Г. МАРТИН
(Hubert Martin)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
ДЕЛА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

(The scientific principles of plant protection)

Перевод под редакцией и с дополнениями
А. Д. ПЕТРОВА, старш. специалиста. Н. Н. ТРОИЦКОГО, старш. специалиста. И. Н. ФИЛИПЬЕВА, зав. отд. энтомологии. А. А. ЯЧЕВСКОГО, зав. отд. фитопатологии института Защиты Растений академии с.-х. наук им. В. И. Ленина

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE
4 JUNE 1931

Государственное Научно-Техническое Издательство
ЛЕНХИМСЕКТОР
Ленинград
1931

Г. МАРТИН
(Hubert Martin)

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ
ДЕЛА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

(The scientific principles of plant protection)

Перевод под редакцией и с дополнениями

А. Д. ПЕТРОВА, ст. специалиста, Н. Н. ТРОИЦКОГО, ст. специалиста, И. Н. ФИЛИПЬЕВА, зав. отд. Энтомологии и А. А. ЯЧЕВСКОГО, консультанта Института Защиты Растений Академии С.-Х. Наук им. В. И. Ленина

НАУЧНОЕ ХИМИКО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ВСЕХИМПРОМ ВСНХ СССР
ЛЕНИНГРАД
1930

ТИПОГРАФИЯ
«КРАСНОЙ ГАЗЕТЫ»
ИМЕНИ ВОЛОДАРСКОГО
ЛЕНИНГРАД
Фонтанка, 57

Ленинградский Областлит № 67185. Заказ № 4849 Тираж 5000 экз.

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКЦИИ

Автор этой книги задался интересной целью — осветить те научные основания, на которые опирается борьба с вредителями сельского хозяйства — растительными и животными. По мнению редакции эта цель удалась: книга вышла не ввиде сухого перечисления различных рецептов, употребляемых на практике или предложенных к употреблению, а ввиде описания основных принципов действия различных веществ. Прочитавший эту книгу ясно видит, какое обширное содействие нужно энтомологу и микологу со стороны химика, физика и физиолога.

Однако, эта книга будет полезна не только для теоретика, но и для практика защиты растений. Мертвый рецепт, который бездумно применялся, оживает, глаза широко раскрываются на всю совокупность и сложность проблемы, возможным оказывается гораздо более основательное и сознательное отношение к исполняемой задаче. Вот почему эту книгу с интересом прочтет и практик профессионал и простой агроном. Книга поможет ему оценить не только необходимость, но и смысл отдельных применяемых операций. В наше время этого иногда не ценят, а как часто в этом — залог успеха!

Комплексный характер книги потребовал сотрудничества в ее переводе миколога, химика и энтомолога. Все главы просмотрены, по меньшей мере, двумя лицами, а многие и тремя. Глава об иммунитете проредактирована Н. Н. Троицким. Текст автора приведен почти без сокращений; в нескольких местах перераспределен материал. Дополнения не задаются целью исчерпать литературу, как не исчерпал ее и автор. Касаются они, главным образом, новейшей литературы, а также некоторых проблем, слабо освещенных автором, и, более всего, данных, добытых в СССР как за прежнее время, так особенно и за новейшее, о которых автор естественно осведомлен слабо. Все дополнения снабжены инициалами их автора. В переводе книги принимали участие Н. Н. Филипьев, Д. В. Тищенко и П. Я. Амлер.

А. А. Ячевский; И. Н. Филипьев;
А. Д. Петров; Н. Н. Троицкий.

Январь, 1930 г.

ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ АВТОРА

Энтомология и Микология изучают те организмы, которые вызывают болезни и повреждения культурных растений. Проблемы борьбы с ними, — Защита Растений, — заставляют предпринимать исследования в области не только биологии, но также химии и физики. Для дальнейшего прогресса стало совершенно необходимым тесное сотрудничество энтомолога или миколога с химиком, физиком и ботаником физиологом, как это теперь признано уже почти всеми. Эта книга имеет главной своей целью способствовать этому сотрудничеству и дать возможность биологу ближе познакомиться с химической и физической частью проблемы, а химику и физику — с биологической.

Практики и исследователи в нашей области часто находят, что литература по защите растений слишком разбросана, а обсуждение мер борьбы часто слишком загромождено биологическими деталями. Тем более принципы этого дела интересно изложить и подвергнуть обсуждению, как нечто целое.

Другая цель этой книги — дать преподавателю и студенту во время изучения агрономической химии справочник и руководство для изучения инсекто-фунгисидов. Химия этих веществ до последнего времени была в полном пренебрежении, отчасти именно вследствие отсутствия такого руководства. Новейшие достижения в области изучения как состава ядов, применяемых в деле защиты растений, так и в области более точного изучения химической стороны проблем иммунитета и тропизмов, открывают широкое поле для новых исследований. Многочисленные указания на литературные источники пригодятся для исследователя, а мелкие примечания предназначены для студента.

Практические рецепты, включая и устройство и действие аппаратуры, уже неоднократно были освещены в литературе на разных языках как в книгах, так и в практических инструкциях. Поэтому, а также и потому, что в разных странах способы применения средств защиты растений по необходимости должны меняться, они и опущены из этой книги, кроме необходимых примеров.

Термин „Защита Растений" (Plant Protection, Pflanzenschutz) может звучать странно для английского читателя, но он принят, как удобное всеобъемлющее выражение. Книга ограничивается описанием средств борьбы только с заболеваниями и повреждениями растений, вызываемыми организмами. В один том невозможно было бы включить также и болезни, вызываемые неорганическими факторами — почвенными и климатическими.

Г. Мартин.

Октябрь, 1928.

ГЛАВА I

Введение

Понятие „борьбы за существование" среди живых организмов находится в тесной причинной связи с принципом „биологического равновесия". В растительном царстве сохранение определенного вида зависит от способности отдельных особей достигать зрелости и размножаться, несмотря на существование многих факторов, подавляющих их развитие. Среди таких факторов значительную роль играет существование особых организмов, паразитов растения, которые в течение его индивидуальной жизни наносят ему непосредственное повреждение или тормозят его успешное развитие. Если растение преуспевает в своем развитии, тем самым создаются условия, благоприятствующие размножению врага; с другой стороны, обильное размножение врага сильно тормозит развитие растения. От столкновения этих противоположных процессов и устанавливается „биологическое равновесие".

Человек вносит в естественное равновесие изменения, имеющие целью обеспечить его нужды. Он может искусственно поднять урожайность нужных ему культурных растений и сбить волну увеличивающегося развития их врагов. Улучшение условий роста культурного растения имеет непосредственным следствием увеличение количества паразитов, а вследствие опасности чрезмерного их размножения возникает вопрос о подыскании методов защиты растения.

Так, например, если колосья пшеницы рассеяны среди прочей растительности, то вероятность благополучного развития спор головни крайне ничтожна, и головня будет играть самую второстепенную роль в предопределении развития пшеницы. Если же пшеница разводится как культурное растение, то споры головни достигнут своего хозяина наверняка, и создадутся столь благоприятные условия, что грибок будет играть роль фактора первостепенной важности в предопределении урожайности культурной пшеницы. До 1850 года

маленький, ярко окрашенный жук, ныне известный под названием колорадского жука, был мало известным и не имеющим практического значения насекомым, питающимся диким картофелем и другими пасленовыми растениями в Скалистых Горах в С. Америке. При колонизации края был завезен культурный картофель, и жук получил не только обильную пищу, но и возможность широкого распространения. С 1850 года жук начал медленно распространяться от места своего первичного обитания: в 1859 году он достиг Небраски, в 1870 году он проник на север уже до Онтарио, а в 1874 году, продолжая свою миграцию, он достиг берега Атлантического океана, и если бы не энергичные предохранительные мероприятия ныне он внедрился бы, вероятно, в Англию и континентальную Европу, где наверное был бы причиною не менее серьезных убытков, чем в соответственных областях Америки (1).

История сельского хозяйства дает нам многочисленные примеры пагубных результатов вмешательства человека в естественное природное равновесие, но только в самые последние годы вопрос о защите растений от врагов из растительного и животного мира привлек внимание людей науки. Это произошло вследствие того, что лишь недавно научились находить причинные взаимоотношения там, где помощь раньше считалась невозможной. Наиболее крупные по размерам организмы, причисленные нами к врагам растений, а именно высшие растения и животные могут быть прослежены за длинный период развития сельского хозяйства. Более мелкие из этих организмов, неведомые первобытному земледельцу (многие из них и поныне известны лишь по результатам своей деятельности), были лишь в недавние годы узнаны и изучены. И только теперь, при углубленном и настойчивом выявлении сущности болезней растений, выяснились возможность и значение защиты растений.

Срочная необходимость выработки методов борьбы с вредными органическими факторами, понижающими урожай культурных растений, диктуется еще и следующими соображениями. В природных условиях, в результате борьбы за существование и естественного отбора, вырабатываются такие разновидности растений, у которых возможность быстрого размножения и устойчивость по отношению к врагам находятся в полном равновесии. В культурных условиях вырабатываются разновидности, дающие возможно больший урожай, но лишь частично устойчивые или вовсе неустойчивые по отношению к врагам. Можно с полной уверенностью утверждать, что в общем растения, дающие крупные урожаи или выработавшие наиболее специализованные разновидности, менее всего устойчивы к воздействию врагов. В настоящее время у нас есть некоторый опыт, при помощи

которого мы можем соответствующей обработкой и удобрением обеспечить удовлетворительный урожай. Не менее важно научиться влиять соответствующими мероприятиями и на биологические факторы земледелия.

Из вышеизложенного ясно, что в деле обеспечения урожая вопрос о защите растений, о борьбе с его врагами, имеет значение нисколько не меньшее, чем вопросы обработки земли (земледелия в узком смысле слова) и правильного питания растений.

Просматривая бегло список организмов, которые могут быть названы врагами растений, мы находим представителей всех групп растений и животных.

Из растительного царства мы упомянем прежде всего те из высших растений, известных под общим названием „сорняков", присутствие которых тормозит развитие культурных растений (2). Методы подготовки земли под посев, самого посева, обращения с землею после посева имеют целью не только создать условия, наиболее благоприятные для произрастания культурного растения, но также по возможности понизить вред, наносимый сорняками. В этом смысле обработка земли является важнейшим методом борьбы с врагами растений. Затем следует упомянуть те из семенных растений, которые, как, например, повилика (*Cuscuta* spp.), являются настоящими паразитами, так как извлекают все вещества, нужные им для питания, непосредственно из живого растения.

Спускаясь по лестнице эволюционного развития живых организмов, мы среди водорослей находим лишь немного видов, имеющих экономическое значение.

Грибы, наоборот, находятся в первом ряду врагов растений. Ботанически грибы (*Fungi*, *Mycetophyta*) это споровые растения, отличающиеся от водорослей полным отсутствием хлорофилла и хроматофоров. Вследствие этого, грибы не в состоянии добывать нужную им пищу из почвы, воздуха и воды, как растения, содержащие хлорофилл, а питаются за счет органических веществ, или уничтожая растительные или животные остатки (сапрофитные грибы), или развиваясь за счет живого растительного или животного вещества (паразитные грибы).

Из низших грибов *Myxochytridineae* заслуживает упоминания *Plasmodiophora brassicae* Wor.—возбудитель капустной килы, вызывающий наросты на корнях крестоцветных растений.

На самом низу лестницы мы находим бактерий, которые ныне признаются возбудителями все большего количества болезней не только среди растений, но и у животных и человека.

Слизевики (*Myxomycetes*) и бактерии раньше все причислялись к грибам. Эта старая терминология и по сейчас не совсем вышла из употребления: так, например, под термином „фунгисиды“ объединяются разнообразные вещества, употребляемые в борьбе со всеми этими паразитами растений.

Переходя к животному царству, мы можем сказать, что все его представители в отношении питания всецело зависят, прямо или косвенно, от растений. Зеленые растения являются важнейшим источником энергии для других организмов, так как они способны, благодаря присутствию в их тканях хлорофилла или близких к нему веществ, синтезировать органические вещества из углекислоты и азотистых веществ, находящихся в почве и воде. Все животные могут быть рассматриваемы, как вредители растений, и самым серьезным из них, с точки зрения растений, является человек.

Среди высших животных, позвоночных, есть еще ряд видов, с которыми также еще приходится считаться, как с вредителями растений. Вопрос о том, может ли какой-нибудь вид птиц причинить серьезные повреждения растениям, разрешается противоречиво. Чрезмерное размножение грызунов, как-то: мышей, крыс и кроликов, может иметь крупное значение. В Западной Европе их деятельность особенно чувствительна в оранжереях и виноградниках, где вложено много материальных средств и труда, но в СССР они являются весьма существенным фактором, понижающим урожаи, благодаря тому вреду, который они наносят как на корню, так и зерну, сложенному в скирдах и амбарах.

Среди беспозвоночных главную роль играют членистоногие, а среди них настоящие насекомые; паукообразные, главным образом, клещи, занимают тоже не последнее место. Из низших животных в нашем списке должны быть упомянуты некоторые из круглых червей или нематод, некоторые моллюски и, может быть, некоторые простейшие. Паукообразные и насекомые обычно соединяются вместе в обывательском значении слова „насекомые“. Таким образом, аналогично значению слова „фунгисиды“, под словом „инсектисиды“ мы будем подразумевать вещества, уничтожающие и тех и других.

Наш список не был бы полон, если бы мы не упомянули о „вирусных“ заболеваниях растений; „вирусные“ болезни свойственны как животным, так и растениям и представляют собой инфекционные заболевания, возбудители которых неизвестны. В своих проявлениях эти заболевания настолько схожи с болезнями, вызываемыми определенными возбудителями, что обычно принимается, что они вызываются микроорганизмами чрезвычайно мелкими, ускользающими от наблюдения при современных методах исследования. Вероятность

того, что „вирусные“ заболевания возбуждаются мелкими организмами, может быть принадлежащими к числу простейших, заставляет нас включить их в список врагов растений.

Повреждения, наносимые растениям отдельными представителями перечисленных групп, могут быть в некоторых случаях незначительными, в других же они являются грозными, а иногда могут даже прекратить возможность культуры того или иного растения в определенной местности. Применение того или иного метода борьбы зависит прежде всего от соотношения между его стоимостью и суммою убытков, причиняемых вредителем. Установить точную сумму убытков, причиняемых ежегодно всеми вредителями растений, довольно затруднительно. Russell (3) опубликовал недавно, что этот убыток в Великобритании не менее 15—20 млн рублей в год, и теперешний расход на агрономические изыскания и инструктирования, составляющий около 2 коп. на каждый рубль урожая, является правильным помещением капитала, даже если он идет исключительно на изучение вредителей.

[Потери от болезней растений в СССР исчисляются в совокупности сотнями миллионов рублей. В общем недоборы от развития паразитов выражаются в среднем в 30%, но бывают нередко случаи полной гибели урожая (4). Таким образом, вполне очевидно, что правильно организованная борьба с болезнями растений — государственное дело, которое оправдывается экономически. *А. Я.*].

История борьбы с вредителями уходит в далекие времена. Важность потерь, причиняемых древнему земледельцу деятельностью саранчи, находит свое отражение в истории о казнях египетских, но довольно неожиданно встретить „белоколосость и ржавчину“ зерновых хлебов в списке напастей, которые должны поразить злодея по моисееву закону (5).

Римляне, чтобы предохранить свои поля от ржавчины пшеницы, устраивали ежегодное празднество Робигалии, посвященное божеству Робигусу или Робиго, обряд, по преданию установленный Нумой, вторым царем Римским. Повидимому, проводились и всенародные мероприятия по борьбе с вредителями. Плиний в своей Historia Naturalis (I век н. эры) приводит несколько способов борьбы с этой болезнью зерновых хлебов. Надо помнить, конечно, что, кроме чисто механических методов борьбы с наиболее заметными вредителями, вся остальная методика этого древнего периода является в значительной мере высосанной из пальца. Рациональная методика могла быть выработана лишь после того, когда была изучена причина, вызывающая повреждения.

С этой точки зрения, история защиты растений развивается параллельно с историей научного изучения организмов, перечисленных в числе вредителей растений. Сначала изучение болезней растений, пока возбудитель был неизвестен, относилось к ведению ботаников и основано было исключительно на физиологии. Так, еще в 1841 году Meyen (6) считал, что споры головни являются результатом чрезмерного или ненормального питания. Окончательное открытие паразитного гриба относится к 1853 году, когда Anton de Bary опубликовал свою классическую работу „Die Brandpilze“ (7). Таким образом, патология растений постепенно переходит под эгиду микологии, и даже не паразитарные заболевания растений изучаются прикладными микологами. Первый общий трактат, касающийся патологии растений в широком смысле слова, появился в виде ряда статей Berkeley (8). Впоследствии, после опубликования работ Louis Pasteur'а над бактериями и открытия „чашечного“ метода изоляции бактерий Robert Koch'ом (1881), главным образом, благодаря Tomas Burrill'у (1879—81), была установлена бактериальная сущность некоторых болезней растений. Установление заразительности мозаичной болезни табака Ивановским (1892) открыло новое поле деятельности для фитопатолога.

[У нас исследования в области фитопатологии начались с шестидесятых годов прошлого столетия, благодаря работам М. С. Воронина. В дальнейшем, рядом ценных и оригинальных исследований, эта отрасль науки постепенно окрепла, что привело к развитию довольно мощной фитопатологической организации. *А. Я.*].

В настоящее время патология растений, фитопатология и прикладная микология (эти термины часто употребляются, как синонимы) занимаются изучением не только непаразитарных заболеваний, т.-е. заболеваний вследствие неправильностей в уходе и питании растений, но и паразитарных болезней, возбуждаемых грибами и бактериями. Затем в круг их ведения включаются „вирусные“ заболевания и даже болезни, возбуждаемые животными паразитами, как-то: нематодами и простейшими.

Благодаря особенностям в их развитии, патология растений не занимается болезнями, вызываемыми деятельностью насекомых (понимая термин „насекомые“ в самом широком смысле). Прикладные микология и энтомология продолжают развиваться независимо друг от друга, при чем последняя изучает методы борьбы не только с насекомыми, но и с вредителями из числа высших животных. Развитие прикладной энтомологии, в противоположность эволюции фитопатологии, протекало постепенно и в процессе этого развития невозможно было заметить резких скачков.

[Такое положение вещей характерно для пережитого периода развития дела защиты растений. Однако, в последнее время, ботанические и зоологические ветви этого дела обнаруживают несомненную тенденцию к объединению. Такое объединение оказалось особенно удобным с организационной и оперативной точек зрения, и при возникновении местной сети энтомологические и фитопатологические станции и бюро СССР сразу же были объединены, как „станции защиты растений“. Заграницей такая тенденция также наблюдается, хотя пока еще большинство местных оперативных учреждений остается раздельным, но все больше появляется исследовательских институтов, оперативных бюро, университетских кафедр по „защите растений“, „энтомо - фитопатологических“ и т. п. *И. Ф.*].

Положение исследовательской части несколько иное, и они продолжают развиваться б. м. самостоятельно, что довольно естественно ввиду коренного различия объектов. Однако, за последнее время все более и более внимание исследователей от паразита переносится на само растение. Организмы, изучаемые прикладной микологией и энтомологией, рассматриваются не сами по себе, а только как фактор понижающий урожайность (8). Сообразно с этим и „патология растений“ все разрастается и грозит поглотить обе первоначальные отрасли обращающиеся в подсобные для нее науки. [С практической точки зрения такое развитие можно только приветствовать, т. к. для сельского хозяйства непосредственно интересна именно реакция растения, а сами вредящие организмы лишь постольку, поскольку они ее вызывают. Поэтому неудивительно, что высшее исследовательское учреждение по защите растений в Германии: Biologische Reichsanstalt, объединяет обе отрасли, при чем даже отдельные лаборатории вредителей полеводства, садоводства и т. п. одновременно изучают паразитов и растительных, и животных. Это проводится также и в СССР, где исследование объединено в „Институте защиты растений“, входящем в состав Академии С.-Х. Наук имени т. Ленина. *И. Ф.*].

Если мы проследим за развитием методики защиты растений, отмечая все существенные моменты этого развития, мы легко заметим, что эти моменты совпадают с крупными вспышками болезней растений. Появление в Европе мучнистой росы на виноградной лозе (1845) вызвало широкое применение серы в качестве фунгисида (1848). За грозной вспышкой мильдью винограда во Франции (1879) последовало открытие Millardet медно-серно-известковой смеси высокого фунгисидного значения (1882); широкое распространение колорадского жука (1850—59), уже упоминавшееся выше, было сбито применением парижской зелени (1867)—мышьяковистого препарата, который впоследствии был заменен мышьяковокислым свинцом (1892).

препаратом, впервые употребленным в Соединенных Штатах против непарного шелкопряда в 1889 году. Применение синильной кислоты и „палаточный“ метод фумигации (1886) последовали за быстрым размножением некоторых червецов в Калифорнии (1886); убытки, причиненные этими насекомыми, привели к открытию некоторых возможностей биологического метода борьбы (1889).

Было бы интересно исторически проследить развитие методики борьбы с одним или несколькими определенными вредителями. Этот прием применен в главе о химических методах обработки зерна, и дальнейшие примеры в этом направлении будут излишни.

Всякая попытка объединить под общим заглавием разнообразную методику, применяемую в защите растений, наталкивается на значительные затруднения не столько вследствие сложности отдельных методов, сколько по причине значительной их независимости друг от друга. Объединяя методы в довольно крупные группы, можно предложить следующую схему. Значительное большинство методов придется включить в первую группу (А).

(А) *Предохранительные* мероприятия, которые касаются непосредственно

1) Растения-хозяина:

а) получение устойчивых разновидностей;

б) использование влияния внешних факторов на восприимчивость и чувствительность растения к деятельности вредителей;

в) покрытие растения химическими веществами, могущими его защитить от деятельности вредителей или отвратить эту деятельность.

2) Паразита:

а) уничтожение паразита до посева

I. на семенах,

II. в почве;

б) разведение врагов паразита—биологический метод борьбы;

в) механические методы, при помощи которых паразит улавливается или растение предохраняется от заражения;

г) истребление вредителя в центре (очаги) заражения и борьба с его переносчиками.

(Б) *Лечебные* мероприятия: уничтожение вредителя применением ядов, после установления связи между ним и растением.

1. Min. Agric. and Fish., Leaflet 71, Revised, 1910.

2. Korsmo E. Unkraüter im Ackerbau der Neuzeit. Nach dem norvegischen Manuskripte des Verfassers herausgegeben von H. Wollenweber. Berlin. 1930.

3. Russell E. J. National Farmers Union, Year-Book, 1927: 65.
4. Ячевский А. А. Справочник фитопатологических наблюдений. 1930.
5. Deuteronomy XXVIII: 22.
6. Meyen F. J. F., Pflanzen-Pathologie. Berlin 1841.
7. De Bary A. Untersuchungen über die Brandpilze und die durch sie verursachten Krankheiten der Pflanze. Berlin 1853.
8. Berkeley M. J. Gardener's Chron. 1854 : 4.

ГЛАВА II

Устойчивость растений[1])

Получение устойчивых сортов. Сама природа использовала этот метод для борьбы с вредителями и болезнями растений. Растение ведет постоянную борьбу со своими паразитами, при чем с течением времени менее устойчивые вариации погибают, более устойчивые выживают, и уже эти растения, обладающие наследственными факторами устойчивости, продолжают участвовать в процессе естественного отбора.

Человек использовал этот естественный процесс, хотя вначале лишь для выведения более урожайных сортов, но, конечно, и первые растениеводы обратили внимание на устойчивость растения к болезням, так как оба фактора „устойчивость“ и „урожайность“ тесно связаны между собой. Урожайность зависит от способности растения достигать зрелости, несмотря на болезни, которым оно может подвергаться.

Тот факт, что устойчивая разновидность дает и устойчивые семена, стал рано известным. Исчерпывающее доказательство тому привел Biffen (1), который указал, что различная степень устойчивости злаков к желтой ржавчине (*Puccinia glumarum* Erikss.) является признаком, изменяющимся по закону Менделя.

В природе процессу естественного отбора препятствуют некоторые факторы, с которыми человек может бороться, изменяя их.

---

[1]) Главы II и III касаются наиболее сложных вопросов в области защиты растений, вопросов наименее разработанных, но чрезвычайно интересных и в теоретическом, и практическом отношениях. Отсутствие в литературе исчерпывающих сводок по иммунитету растений вообще отразилось и на изложении вопроса в настоящей книге. Автору остался неизвестным классический труд Н. И. Вавилова „Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям“, опубликованный на русском языке, к сожалению, мало известный в заграничной литературе. При таких условиях даже изложение явлений иммунитета к грибкам недостаточно полно и глубоко. Что же касается вопроса об иммунитете к вредным насекомым, то пробел здесь наиболее заметен и ни в какой степени современное состояние вопроса не получило отражения в изложении автора книги.

Редакция, не имея возможности полностью переработать текст, ограничивается только некоторыми существенными добавлениями, имея ввиду, что русский читатель в близком будущем сможет получить по данному вопросу исчерпывающую сводку. *Н. Т.*

Естественный отбор стремится создать растение, обладающее высшей *средней устойчивостью*, так как растению приходится бороться со *многими* грибными заболеваниями и вредителями. Цель же селекционера — вывести сорт, устойчивый к *одной или двум* болезням или вредителям, ставшим в искусственных условиях культуры особенно опасными. В естественных условиях степень заражения какими либо особыми вредителями или болезнями меняется из года в год, в зависимости от различных факторов, тоже меняющихся, например, погоды. Причины, создающие естественный отбор, носят характер непостоянный. Человек может усилить влияние этого фактора до высшего предела, поддерживая постоянное заражение в искусственных условиях, более сильное, чем в естественных. Наконец, для растений с перекрестным опылением в естественных условиях возникает еще та опасность, что устойчивые формы могут оплодотворяться неустойчивыми, вследствие чего ослабляется наследственная устойчивость потомства. Контролем над оплодотворением селекционных сортов можно помешать этому явлению и закрепить устойчивый сорт.

Для получения устойчивых сортов применяется селекция и гибридизация.

Селекция. Путь селекции более прост и состоит в сохранении для последующих культур посевов тех растений, которые оказались в некоторой степени устойчивыми. Таким образом, чтобы успешно применять этот способ, нужно при сильном заражении растения получить указание на устойчивость у некоторого количества растений. Такова основа более старых способов, которые постепенно подвергались изменению в целях сокращения времени, необходимого для отбора и закрепления устойчивых сортов. Особая трудность создавалась для первых селекционеров большим количеством растений, которые приходилось выращивать не только в первый, но и в последующие годы. Для этого требовался большой участок земли, который было трудно заразить в одинаковой степени. Edgerton (2) рекомендовал сеять в стерилизованную почву, а затем уже в сильно зараженную. Болезнь тогда быстро развивается и делается возможным отбор устойчивых растений прежде, чем растения подвергнутся перекрестному опылению с более неустойчивыми вариациями. Трудности, создаваемые перекрестным опылением, преодолеваются при применении самоопыления. Более устойчивые растения отбирают и самоопыляют в течение ряда лет для получения чистых линий. Чтобы у растений, нормально перекрестно-опыляющихся, при непрерывном самоопылении не понижалась их хозяйственная ценность, сорта селекционированные на устойчивость затем подвергаются перекрестному опылению до закрепления устойчивого сорта, вполне пригодного для производства.

ТАБЛИЦА I

Пшеница I сорт

Местный баварский

1911 г.	27,93 [1])
1912 г.	79,19 [1])
1913 г.	78,81 [1])
1914 г.	99,43 [1])

1915 г. До этого года разница между растениями с белыми и коричневыми колосьями не принималась во внимание

Ia	Iб
растения с белыми колосьями 94,56 [1])	растения с коричневыми колосьями 71,81 [1]) (см. таб. II)
1916 г.	

I	3	4	5
98,67	100	98,04	100
1917 г.	**1917 г.**	**1917 г.**	**1917 г.**

I/3	3/I	3/2	3/6	4/3	4/5	5/2	5/4
100	100	100	100	100	100	100	100
1918 г.	**1918 г.**	**1918 г.**	**1918 г.**	**1918 г.**	**1918 г.**	**1918 г.**	**1918 г.**

I/3а	I/3б	3/1а	3/1б	3/2а	3/2б	3/6а	3/6б	4/2а	4/2б	4/5а	4/5б	5/2а	5/2б	5/4а	5/4б
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98,61	100	100
1919 г.	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**	**1919 г.**
I/3а	I/3б	3/1а	3 1б	3/2а	3/2б	3/6а	3/6б	4/2а	4/2б	4/5а	4/5б	5/2а	5/2б	5/4а	5/4б
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

[1]) Встречались зараженные и здоровые колосья на одном и том же растении.

ТАБЛИЦА II

Растения с коричневыми колосьями 1 б

1915 71,81 [1])

Год	1	2	3	4	5
1916	100	93,88 [1])	87,04 [1]) (всего 90,56) [1])	77,55 [1])	95,83 [1])
1917	84,44 [1])	51,83	63,19 [1]) (всего 66,53) [1])	57,14 [1])	67,02 [1])
1918	95,14 [1])	85,52 [1])	88,97 [1])	78,90 [1])	89,72 [1])

Интересный пример успешного применения этого способа дает работа Tubeuf (3). Он пытался вывести из баварской местной пшеницы, сорта широко распространенного и отвечающего сельскохозяйственным условиям Баварии, сорт пшеницы, устойчивый к головне. Было замечено, что селекция растений, не заражающихся головней, ведет к расщеплению пшеницы на 2 линии — одну с белыми колосьями, другую с коричневыми. Растения с белыми колосьями не заражались, с коричневыми — заражались. Выше приводятся таблицы, в которых для разных годов указан процент здоровых колосьев. В некоторых случаях попадались растения со здоровыми и зараженными колосьями, но при подсчете такие растения во внимание не принимались. Обозначения 1/3, 1/3б, 1/3а являются нумерацией растения и его потомков (см. таблицу I и II на стр. 16 и 17).

1. Biffen, R. H. Journ. Agric. Sci. 1, 1905: 4; 2, 1907 : 109.
2. Edgerton, C. W., Phytopath. 8, 1918, 5.
3. Tubeuf, C., von. Naturw. Zeitsch. f. Forst- u. Landwirtsch. 18, 1920 : 290.

Гибридизация. При этом методе регулируют оплодотворение; это, все-таки, скорее не процесс создания, а процесс улучшения иммунных или устойчивых сортов. Необходим один или несколько определенно устойчивых сортов и сильное заражение. Систематическим скрещиванием иммунных сортов — с сортами неустойчивыми, но имеющими более высокую рыночную ценность, часто можно закрепить улучшенный иммунный сорт. В общем этот процесс требует большего труда и менее надежен, чем селекция, но во многих случаях его применяли успешно. Один из первых примеров дал

[1]) Встречались здоровые и зараженные колосья на одном и том же растении.

Orton (4), который получил съедобный арбуз, устойчивый к „увяданию“, скрещивая несъедобную, но устойчивую форму, *Citrullus vulgaris*, с сортом „Eden“. Постепенным отбором удалось получить устойчивый сорт с плодами хорошего качества.

Сложность проблемы хорошо выявляется в работе Salmon'a (5) по вопросу о выведении новых сортов хмеля. Целью работы было получение сорта хмеля, сочетающего хорошие пивоваренные качества (которые частью зависят от смолистых веществ, которыми определяется антисептичность хмеля, частью от аромата) с урожайностью и иммунитетом к мучнистой росе (*Sphaerotheca macularis* Magnus) и мозаичной болезни, которые, повидимому, особенно опасны для хмелеводства. В начале работы были получены сеянцы сортов „Golden“ (форма с желтыми листьями, иммунная к мильдью, но мало ценная для пивоваров); черенки этих растений более четырех лет сохраняли свою иммунность в хмельнике. Эти сеянцы были на 30% богаче смолами, чем их родители — сорта „Golden“ — и больше, чем некоторые неустойчивые торговые сорта.

В отношении мозаичной болезни достаточно привести таблицу, указывающую относительную восприимчивость саженцев нового сорта и торговых сортов, при их совместном выращивании в хмельнике.

	Процент пораженных особей	
	Новые сорта	Торговые сорта
1921 г.	1,4%	5,0%
1922 „	4,0%	27,0%
1923 „	0,3%	3,0%
1924 „	1,9%	13,2%

Ежегодно качества, ценные для пивоварения, как состав смолы и урожайность, у новых сортов были в общем выше, чем у торговых.

4. Orton, W. A., реф. Expt. Stat. Rec., 18, 1906-7; 948.
5. Salmon, E. S., Annual Reports on the Trial of New Varieties of Hops, 1921-22-23-24-25, issued by the East Mailing Research Station, Kent.

Использование устойчивых сортов. Еще в 1815 г. Thomas Andrew Knight (6) рекомендовал культивировать такие сорта злаков, которые казались иммунными к некоторым паразитным грибкам. Как способ борьбы с болезнями и вредителями, использование устойчивых сортов имеет ту выгоду, что делает лишним применение других мер защиты. Ежегодные расходы по принятию каких-либо других мероприятий отпадают при выращивании устойчивых сортов, равноценных по качеству и урожайности. С этой точки зрения культура иммунных сортов — самое выгодное мероприятие в борьбе с болезнями и вредителями растений. Этот способ

применяется с успехом для всех культур, но особенно в полеводстве и садоводстве. Нет необходимости приводить примеры; укажем, однако, только на один интересный способ использования этого принципа.

Обычное получение устойчивых сортов путем селекции затрудняется их медленным ростом. У плодовых деревьев были получены удовлетворительные результаты при использовании устойчивых селекционных сортов в качестве подвоев. В восточных штатах Сев. Америки яблони предохранялись от некроза коры вследствие заражения *Bacillus amylovorus* (Burr.) прививкой желаемого сорта на устойчивый подвой таким способом, чтобы шейка дерева не заражалась (7). Груша более восприимчива к этой болезни, и только после продолжительных поисков устойчивого подвоя были наконец получены успешные результаты. Reimer (8) указал, что азиатский сорт груши *Pyrus ussuriensis*, не имеющий хозяйственной ценности, устойчив к заболеванию, и, хотя обыкновенная груша *Pyrus communis* к этому сорту прививается плохо, однако при посредстве промежуточного подвоя удалось привить желаемый сорт на устойчивый подвой *ussuriensis*.

Во Франции винодельческая промышленность одно время находилась под угрозой полного разорения, вследствие опустошительной деятельности филлоксеры; бедствие удалось предотвратить лишь благодаря использованию американских устойчивых подвоев. При этом выяснилось, что некоторые дикие американские лозы, считаемые первоначальными хозяевами филлоксеры, оказались почти иммунными, между тем как европейские сорта проявили сильную восприимчивость. Попытки получить устойчивые гибриды, по хорошему качеству винограда соответствующие европейским сортам, не увенчались еще полным успехом, но сильное повреждение корней насекомыми удалось предотвратить прививкой европейских сортов винограда на американские подвои.

[В настоящее время вопрос о филлоксеро-устойчивых сортах винограда разрабатывается в новом направлении (8a), так как работами Boerner, Stellwaag (3d), Zweigelt установлено, что вирулентность филлоксеры, происходящей из разных мест, различна. Boerner и Seeliger (8b) в последнее время установили путем гибридологического анализа ряд генетических факторов иммунитета и ведут работу по гибридизации сортов абсолютно иммунных ко всем расам филлоксеры как на листьях, так и на корнях.

Точно так же, путем многочисленных и длительных скрещиваний, получены гибриды — прямые производители, вошедшие в практику виноградарства в значительных количествах; в Румынии и Юго-Славии, по данным Zweigelt (8d) (1929), такими гибридами занято до 30% общей площади виноградников. *Н. Т.*].

К сожалению, использование устойчивых сортов, как способ борьбы с паразитами растений, во многих отношениях невыгодно, так как почти не имеется хороших урожайных сортов устойчивых к нескольким болезням, и, повидимому, устойчивость к одному паразиту часто бывает связана с восприимчивостью к другому. В работе Salmon'a (5) указывается, что сорт хмеля, которым он пользовался для скрещивания, ввиду его иммунности к мозаичной болезни, проявил сильную восприимчивость к мильдью (*Sphaerotheca macularis* Magnus). Торговый сорт хмеля „Fuggles", повидимому, иммунен к мозаичной болезни, но зато особо восприимчив к „крапивной головке" (Nettlehead), другой, не менее опасной болезни вирусного типа. В Соединенных Штатах пришли к заключению, что с розеточной болезнью злаков (причина ее неизвестна, но вероятно, также типа вырождения) можно успешно бороться, пользуясь устойчивыми сортами, но в Южном Иллинойсе этот способ не достигал цели из-за присутствия там стеблевой головни (*Urocystis tritici* Koern.).

Кроме того известно еще, что сорта устойчивые в одних местах, теряют это качество в другом районе, где условия вегетации иные. Ниже мы увидим, что некоторые факторы, обусловливающие устойчивость растения, меняются в зависимости от тех условий, в которых находится растение; поэтому вполне понятно, что устойчивость растения может теряться при изменении внешних условий. Так, выяснилось, что австралийская пшеница „Bob", устойчивая к ржавчине, после ввоза в южную Африку, потеряла свою устойчивость при выращивании на низколежащих местах, между тем как в Претории она оставалась иммунной к черной ржавчине (*Puccinia graminis* Pers.). Австралийские пшеницы, устойчивые к ржавчине, также заражались и при испытании в Индии. Арбузы, сорта „Conqueror", устойчивые к „увяданию", теряли это качество при перенесении с берегов Атлантического океана Соединенных Штатов к берегам Тихого (11). Cunningham (12) сообщает случай, когда сорт яблони „Yates", очень устойчивый к парше яблони (*Venturia inaequalis* Winter), в районе Otago, Нов. Зеландия, сильно заражался в районе Nelson. Несомненно можно допустить, что в некоторых случаях эта потеря устойчивости лишь кажущаяся, в действительности же причиной является присутствие в новой местности другой „биологической формы вредителя" (см. дальше), которая и может заражать растение. С другой стороны, имеются указания на случаи, когда устойчивые сорта теряют устойчивость, если в течение ряда лет выращиваются в одном и том же районе. Эта потеря устойчивости особенно наблюдается в тех случаях, когда растения беспрерывно размножаются вегетативным способом. Известны примеры, что устойчивые

сорта картофеля после нескольких лет выращивания из доморощенных „семян“ делались более восприимчивыми к заражению *Phytophthora*. В таких случаях, однако, уменьшение устойчивости можно приписать и новым условиям вегетации, создавшимся вследствие перемены места. Близкий вопрос о вырождении изложен ниже в гл. XVI.

[Вопрос о разной вирулентности биологических рас паразитов в последнее время получил широкое освещение не только в отношении грибных заболеваний, но и вредных насекомых, главным образом тлей. Zweigelt (13а) (1929) считает, что некоторые группы тлей, в частности *Schizoneura* и *Phylloxera*, находятся в периоде интенсивной дифференциации и потому возможно образование многочисленных местных модификаций (фенотипы) с последующим наследственным обособлением (генотипы). *Н. Т.*]

6. Pamphleteer 6, 1815, 402.

7. Waite, M. B. Gilbert, W. W. et al., U. S. Dept. Agric. Year Book 1925: 453.

8. Reimer, F. C. Oregon Agric. Expt. Sta., Bull. 214, 1925: 3.

8а. Троицкий Н. Н. Филлоксерный вопрос в Средней Европе. Тр. Отдела Энтом. XV. 1929.

8b. Börner. C. Reblaus in: Weinbaulexikon. 1929.

8c. Stellwaag. Die Weinbauinsekten. Berlin. 1928.

8d. Zweigelt. Die Direktträger. Wien. 1929.

9. Bonnet, L. O. Calif. Agric. Expt. Sta., Circ. 288, 1925.

10. Webb, R. W., Leighty, C. E., Dungan, G. H. and Hendrick, J. B., Journ. Agric. Res. 26, 1923: 261.

11. Butler, E. J. Fungi and Disease in Plants. Calcutta 1918: 118.

12. Cunningham, G. H. Fungous Diseases of Fruit-Trees in New Zealand. Auckland, 1925: 58.

13. Pethybridge, G. H., Roy. Hort. Soc., Intern. Potato Conf. Rpt. 1921.

13а. Zweigelt, E. Gallenbildung und Spezialisation. Verh. D. Ges. f. ang. Entom. auf VII. Mitgliederversammlung. 1928.

Сущность устойчивости растений. Вопрос о сущности устойчивости растений представляет обширную область, на которую было обращено много внимания за последние годы. Сюда входит не только вопрос о том, каким способом растение сопротивляется нападению паразита, но и вопрос, каким образом паразит нападает на него. Хотя и невозможно проследить подробно эту проблему в одном разделе, но все же желательно вкратце коснуться уже выполненных работ, потому что именно практическим применением наших знаний, касающихся устойчивости растения, и создается обширная многообещающая область для будущей работы по защите растений. Подробное знание факторов, обусловливающих иммунитет или устойчивость, а также и условий, влияющих

на эти факторы, является единственной основой для использования устойчивых сортов в целях борьбы с болезнями и вредителями растений.

[Вавилов (1918) все явления естественного иммунитета растений (к грибным заболеваниям) делит на две категории.

К первой относятся все случаи проявления растениями устойчивости, благодаря механическим особенностям в строении и росте органов, препятствующих проникновению паразитов в ткани растения. Этот вид устойчивости Вавилов называет механическим или *пассивным иммунитетом.*

Во вторую группу относятся явления устойчивости, обусловленные активной сопротивляемостью клеток хозяина-растения: сопровождаемой обычно сложной физиологической реакцией на внедрение паразита — „активностью“ в смысле наличия самой реакции. Внешне эта реакция часто проявляется ввиде отмирания клеток, составляющих участки заражения, и отмирания самого паразита, образованием под влиянием паразита новых тканей, изолирующих действие гриба или бактерий. Этот вид устойчивости Вавилов предложил называть физиологическим или *активным иммунитетом.*

В агрономической литературе нередко к устойчивым „иммунным“ сортам относят сорта, непоражаемые или мало поражаемые в силу их скороспелости и созревания до наибольшего развития грибной эпидемии. Явления „ухода“ скороспелых сортов от грибков не имеют ничего общего с иммунитетом. В случае необычного распределения осадков и тепла в течение вегетационного периода такие сорта могут поражаться очень сильно. *Н. Т.*].

13b. Вавилов Н. И. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. Москва. 1918.

Сопротивляемость растений к грибным заболеваниям. Большинство паразитных грибов живет в ткани растения и известно под названием „эндофитов“, в противоположность к „эктофитам“, грибам, живущим на поверхности растений. Эта последняя группа может быть подразделена также на две группы: чистые эктофиты, живущие в тесном контакте с наружной поверхностью растения, и эктофиты, развивающие гаустории, посредством которых мицелий гриба, находящийся вне ткани растения, извлекает свое питание.

Инфекция, повидимому, обычно является результатом двух процессов: 1) проникновения ростковой трубки споры в ткань растения и 2) развития грибницы внутри хозяина или на нем — т. е. собственно инфекция. Первая стадия удается только в том случае, если спора гриба может оставаться в контакте с тканью хозяина и если при

этом имеются условия, необходимые для ее прорастания. В некоторых случаях споры могут быть смыты дождем или росой, но и восковой налет некоторых листьев и кожицы плодов также может способствовать устойчивости растения, так как с такой поверхности вода быстро стекает, почему не получается скопления влаги, которое необходимо для произрастания споры. Schaffnit (14) указал, что заражение ржи снежной плесенью *Fusarium nivale* Ces. происходит вследствие скопления влаги между чешуйками и зерном, куда споры втягиваются вследствие капиллярности.

Сорта малины с восковым налетом менее всего заражаются гнилью, возбудителем которой является *Coniothyrium Weinsdorfiae* Laubert. Кусты картофеля, открыто растущие, чем облегчается циркуляция воздуха, и имеющие маленькие волосистые листья, вследствие чего поверхность их быстро просыхает после намокания, по-видимому, заражаются менее других сортов картофельным грибком (*Phytophthora infestans* DB.)

14. Schaffnit, E., Landw. Jahrb. **43**, 1912: 521.

Проникновение. Инфекция происходит при наличии условий, благоприятных для прорастания спор гриба, при чем проникновение предшествует развитию грибницы. Проникновение происходит либо непосредственно через стенки эпидермиса, либо через устьица. При более простом способе, т. е. при проникновении через устьица, можно предположить, что рост трубочки споры по направлению к устьицу происходит под влиянием химического или физического стимула, при чем такой причиной может быть большая влажность воздуха в углублениях устьица, — в таком случае имеется пример положительного гидротропизма [1]). Можно также предположить, что в некоторых случаях проникновение через устьица вызывается диффузией некоторых летучих химических веществ через устьица; так Neger (15) показал, что летучие химические вещества могут влиять на прорастание грибных спор. Направленный рост трубочки можно рассматривать тогда, как пример положительного хемотропизма.

Иммунитет есть результат отсутствия такого возбудителя или наличия механических препятствий проникновению ростковой трубочки в устьице. Pool и Mc Kay (16) указали, что восприимчивость сахарной свеклы к пятнистости листьев (*Cercospora beticola* Sacc.)

---

[1]) Направление роста или движение организма находится под влиянием внешних условий, как свет, притяжение, теплота, химические факторы и т. п. В зависимости от природы различных управляющих влияний, эти явления тропизмов известны под именем фототропизма, геотропизма и т. д. — положительного или отрицательного, в зависимости от направления к источнику возбуждения или от него.

зависит, кроме других факторов, и от величины пор устьица. На молодом листе, или если устьица закрыты и потому слишком малы для прохождения ростковых трубочек, заражения не получается; кроме того рост трубочек к устьицу может еще задерживаться опушением листа. Напр., молодые листья винограда не заражаются блэк-ротом (*Guignardia Bidwelii* (Ellis) V. R.) отчасти вследствие того, что они густо покрыты волосками; по той же причине возможно, что парша яблони (*Venturia inaequalis* W.) редко наблюдается на нижней поверхности листа, может быть, также вследствие их опушения. Hurst (17) пришел к заключению, что движения устьиц могут до некоторой степени влиять на проникновение ростковой трубки черной ржавчины (*Puccinia graminis* Pers.) у ржавчино-устойчивых сортов пшеницы, при чем он указал, что на эти движения у различных сортов различно действуют внешние условия.

Прохождение ростковой трубки гриба в хозяина через наружную стенку эпидермиса является, повидимому, результатом целого ряда реакций как со стороны паразита, так и со стороны хозяина. Здесь кроме известного влияния, направляющего рост трубки, требуется еще, чтобы она прошла через слой эпидермиса растительной ткани.

На направление роста трубки могут действовать различные факторы: можно допустить, что уже простой контакт споры с твердым телом дает необходимый стимул, т. е. направление роста является примером стереотропизма. С другой стороны, иногда тем или иным направлением роста управляет исключительно стремление гриба расти в сторону, противоположную свету, что будет примером отрицательного фототропизма. Graves (18) заметил, что в некоторых случаях направление роста трубки стоит в связи с тенденцией гриба удалиться при росте от собственных продуктов распада — отрицательный хемотропизм. В этих трех случаях прорастание и развитие споры не зависит от хозяина растения и совершенно не специфично. Успешность проникновения зависит исключительно от способности гриба проложить себе путь в ткань растения.

Однако, бывает, что стимул, регулирующий направление роста трубки, исходит от растения-хозяина, так как присутствие в нем некоторых химических веществ, служащих питанием грибку, заставляет последнего проникнуть в ткань растения. Massee (19) удалось показать, что введение некоторых веществ, например, углеводов, в клеточный сок вызывает проникновение в ткань растения таких грибов, которые обычно не паразитируют на нем. В таких случаях особые свойства хозяина-растения влияют на гриб еще до настоящего проникновения.

Сила, необходимая для проникновения, может быть результатом давления, вызываемого энергией роста трубки, или же гриб может выделять энзимоподобные вещества, содействующие проходу ростковой трубки, растворяя или размягчая стенки клетки. Miyoshi (20), сторонник механического способа, считает, что сопротивление, необходимое, чтобы проявилось давление ростковой трубочки, создается физическим притяжением споры к поверхности растения. Исследования Blackman'a, Brown'a с сотрудниками (21) не обнаружили действия энзимов при проникновении; по их мнению ни один энзим не может растворить или размягчить кутикулу растения, и существование бурого угля, состоящего, главным образом, из кутикулярных веществ, является доказательством устойчивости кутикулы к действию энзимов.

Повидимому, при непосредственном проникновении имеется 2 решающих фактора: во-первых, *химический состав* клеточного сока, от которого зависит хемотропическое воздействие на грибную спору, и, во-вторых, *сопротивление*, оказываемое стенкой клетки на проникающую ростковую трубку. На первом факторе мы остановимся подробнее, когда перейдем к развитию гриба, после проникновения. Второй фактор представляет большой интерес, и было положено много труда на решение вопроса о соотношении между устойчивостью к болезням и механическим сопротивлением клеточной стенки. De Bary (22) считал упругость клеточной оболочки решающим фактором, при чем отметил, что грибок легче проникает в листья, ставшие менее упругими, вследствие хлороформирования или увядания. Восковой налет листьев и плодов может задерживать проникновение ростковой трубки точно так же, как он препятствует созданию благоприятных условий для прорастания грибной споры, на что уже указывалось выше. Относительная устойчивость некоторых сортов слив к *Sclerotinia cinerea* (Bon.) Schr. приписывается грубости их кожицы и плотности мякоти (23). Willaman (24), оценивая эти два фактора, указал на то, что одного исследования кожицы плода уже достаточно, чтобы определить степень устойчивости к этому грибку различных сортов слив. Schaffnit (14) проводит интересную параллель между количеством кремнезема в оболочке клетки (что можно рассматривать, как указатель ее механической прочности) и степенью восприимчивости молодых злаков. Сделав химический анализ растений через четыре недели после посева (20-го октября) и второй анализ тех же растений в конце марта, он отметил, что количество грубых волокон (т. е. целлулозы, лигнина и т. п.) увеличилось с 16,19% до 25,56%, при чем содержание кремнезема в золе поднялось с 12,81% до 25,32%, хотя количество золы растения оставалось константным. Эти факты приводят его к выводу, что восприимчивость молодых растений

ржи к *Fusarium nivale* Ces. и большая устойчивость более старых растений зависит от большего количества целлулозы и, в особенности, кремнезема в веществе клеточных оболочек. В подтверждение своей мысли Schaffnit приводит тот факт, что кукуруза, выращиваемая в питательном растворе без кремнезема, гораздо сильнее заражается паразитными грибками, чем выращиваемая в питательном растворе, в состав которого входит и кремнезем. Sachs (25) определил, что в золе кукурузы, выращенной в водной культуре без прибавления кремнезема, имелось лишь 0,7% кремнезема, между тем как нормальное количество кремнезема равно 18—22%.

15. Neger, F. W., Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 2, 1904: 484.
16. Pool, V. W„ and Mc Kay, M. B., Journ. Agric. Res., 5, 1916: 1011.
17. Hurst, C. R.. ibid., 27, 1924: 381.
18. Graves, A. H., Bot. Gaz. 62, 1916: 337.
19. Massee. G., Journ. Bd. Agric. 11, 1904: 152.
20. Miyoshi, M. Jahrb. f. wiss. Bot.. 28, 1895: 269.
21. См работы в Ann. Bot. 1915—22 г., 29—36, и ценную сводку физиологии паразитизма Blackman, V. H. Brit. Assoc. Adv. Sci. Rpt. 1924: 233.
22. De Bary, A. Bot. Zeitschr. 44, 1886: 377.
23. Valleau, W. D. Journ. Agric. Res. 5, 1915: 365.
24. Willaman, J. J., Proc. Soc. Exp. Biol. and Med., 23, 1926: 680.
25. Sachs, J. von, Flora 1862: 52.

Инфекция. Инфекция является результатом успешного проникновения ростковой трубочки грибка, если условия внутри растения-хозяина благоприятны. Во многих случаях наблюдалось, что спора прорастает и поражает ткань даже устойчивого хозяина, но все же заражение не наступает, а гриб отмирает. Так Marryat (26) указал что гифы желтой ржавчины (*Puccinia glumarum* Er. et Henn.) могут проникать в устьица устойчивых сортов пшеницы, но дальнейшее развитие задерживается некоторыми неблагоприятными условиями в растении-хозяине. Указывалось также, что на ячмене мучнистая роса (*Erysiphe graminis* DC) образует гаустории, но после нескольких дней, вследствие невосприимчивости хозяина-растения, гриб дегенерирует; повидимому спора, так же, как и семя, снабжены запасом питания только для первоначального развития молодого организма и, если впоследствии необходимое питание отсутствует, дальнейшее развитие прекращается.

[Вавилов (1918), суммируя гистологические явления при заражении устойчивых и восприимчивых сортов, дает следующие характеристики. При заражении восприимчивых сортов клетки хозяина по внешнему виду мало страдают от внедрения паразита. Нормальный процесс заражения такого сорта таков: 1) гифы, проникшие в ткани и клетки растения, выглядят вполне здоровыми и энергично растут в тканях хозяина; 2) гаустории паразитов сильно развиты и развет-

влены; 3) клетки хозяина, несмотря на сильное развитие гиф и гаусторий, имеют здоровый не морщенный вид; даже при образовании пустул со спорами, клетки, смежные с пустулой, еще остаются зелеными и выглядят нормальными. Никогда гриб при заражении восприимчивых сортов не убивает быстро клеток, с которыми он соприкасается. Совершенно иначе дело обстоит при заражении устойчивых сортов: отмирают не только гифы гриба в участке, где они проникли в растение, но прежде всего клетки самого растения и чем устойчивее растение, тем быстрее гибнут клетки, непосредственно примыкающие к гифам. Клетки растения в этом случае как бы обладают повышенной чувствительностью. Реакция самозащиты растения на внедрение грибных паразитов проявляется иногда в форме развития под влиянием паразита различных новообразований, даже целых тканей, изолирующих гифы грибов от дальнейшего распространения. *Н. Т.*].

Условия, способствующие развитию паразитного гриба, преимущественно физиологического или химического характера (см. 26 а). Comes (27) высказывал мнение, что биохимический фактор, создающий устойчивость растения, может быть определен кислотностью клеточного сока. Эта теория вызвала много исследований. Arrhenius (28) не мог установить корреляции между концентрацией водородных ионов (т. е. интенсивностью или качеством кислотности) клеточного сока и устойчивостью к желтой ржавчине (*Puccinia glumarum* Er. et Henn.) у пшеницы, но он считает, что титруемая кислотность (т. е. количество кислоты) *живого* клеточного сока все же может иметь некоторое влияние; но титруемая кислотность клеточного сока уже выжатого из растения, не обнаруживает такого соотношения. Hurd (29) указал, что сортоустойчивость пшеницы к линейной ржавчине (*Puccinia graminis f. tritici* Erikss. et Henn.) ни в одной стадии развития хозяина-растения не имеет отношения к титруемой кислотности или концентрации водородных ионов клеточного сока. Он указал, что концентрация водородных ионов клеточного сока меняется в течение периода вегетации и что у устойчивых сортов пшеницы наблюдается слабая концентрация водородных ионов не в той же стадии развития растения, как у неустойчивых сортов, при чем, однако, их устойчивость в этот период не пропадает.

Но с другой стороны, все же имеются указания на случаи корреляции между кислотностью клеточного сока и степенью устойчивости растения. Molz (30) указал, что у сортов винограда, устойчивых к мильдью, кислотность сока листьев от 4,3% до 10,3% (в виде виннокаменной кислоты, расчитанной на сухое вещество), между тем как листья неустойчивых сортов имеют лишь 0,5—2,6% кислотности. Gardner и Kendrick (31) при изучении болезни томатов, вызываемой

Bacterium exitiosum Gard., нашли, что прививка этой бактерии зрелым плодам часто не удается, между тем, как молодые сеянцы можно заразить легко. Эту неудачу они объясняют более сильной концентрацией водородных ионов в соке зрелого растения, чему они приписывают устойчивость растения к заражению. Указывалось, что при заражении виноградных лоз блэк-ротом (*Guignardia Bidwellii V.* et *R.*) было замечено, что более неустойчивые сорта были богаче кислотами и образовали сахар поздно, между тем как более устойчивые имели мало кислоты и были богаты сахаром уже в ранней стадии развития. На влияние сахара на развитие гриба после проникновения ростковой трубочки указал также и Tischler (32), который в своей работе о заражении *Euphorbia cyparissias* грибом *Uromyces pisi* Wint. высказал мысль, что развитие мицелия, повидимому, зависит от количества сахара, имеющегося в ткани растения.

Имея дело с такими факторами, как состав клеточного сока, трудно решить, выражается ли их влияние на степень устойчивости хозяина-растения в создании условий, при которых развитие грибницы после вторжения в ткань невозможно, или же влияние их проявляется еще до проникновения, в виде хемотропического стимула, действующего на ростковую трубку грибка. Повидимому, химический состав клеточного сока влияет как на проникновение ростковой трубки, так и на развитие грибницы, при чем, однако, гриб, проникнув в ткань растения, может изменить или ослабить химические свойства клеточного состава, чтобы сделать их более пригодными для своих потребностей.

Однако, успешное развитие грибницы после внедрения зависит от присутствия в ткани растения необходимого питания. Установлено, что по крайней мере некоторые грибы проявляют большую чувствительность в этом отношении. Эту особенность грибка *Penicillium glaucum* Link использовал в 1860 г. Пастер (33) для разделения оптически активных изомеров виннокаменной кислоты [1]). Гриб, внесенный в смесь из производных этих двух кислот, которые химически чрезвычайно схожи, может использовать в качестве питания только

[1]) Виннокаменная кислота известна в 4 формах, одинаковых по составу, но отличающихся только положением групп атомов в молекуле. 2 из этих форм действуют оптически: в растворе одна из них вращает плоскость поляризованного света вправо другая — влево. Изображаются они следующей структурной формулой:

производные одной из них; впоследствии указывалось (34), что гриб может питаться и обоими компонентами, однако, правый изомер разлагает гораздо быстрее нежели левый. В отношении бактерий и грибов известно много примеров такой высокой кормовой специализации, и Leach (35) выразил мнение, что такая специализация в потребностях питания у паразита и подобная же специализация в продукции питательных веществ у растения-хозяина может рассматриваться, как фактор, обусловливающий сопротивляемость к болезням.

Гипотезу, в некотором отношении схожую, высказали Coons и Klotz (36), которые считали, что способность организма развиваться в ткани растения зависит от его способности завладеть питательными веществами хозяина-растения, особенно протеином. Расщепление протеинов выполняется некоторыми энзимами, производимыми либо самим грибом, либо растением-хозяином в результате разрастания грибницы в его ткани. Эти два фактора поэтому играют важную роль в вопросе об устойчивости растения.

В самом растении, еще до вторжения ростковой трубочки, могут находиться некоторые вещества, ядовитые для паразита. Walker и Lindegren (37), например, установили присутствие в ткани лука вещества, ядовитого для *Colletotrichum circinans* (Berk.) Vogl. Этим исследователям удалось в качестве ядовитых агентов выделить, во первых, некоторые химические вещества, имеющие отношение к пигментации чешуек лука, и во вторых, летучие масла и связанные нелетучие вещества клеточного сока. Они указали, что подобные ядовитые вещества, находящиеся в растении-хозяине, могут быть фактором, определяющим степень паразитизма гриба. Таким же образом Tims (38) указал, что устойчивость капусты против *Fusarium conglutinans* Wollenw. зависит от токсического агента, может быть в форме глюкозида, содержащего серу, имеющегося в тканях устойчивых растений. Brierley (39) подчеркивает возможность существования специфических химических веществ, как, например, особого алкалоида, или глюкозида, действующего ядовито на рост гриба или даже совершенно задерживающего его развитие в сортах картофеля, иммунных к раку картофеля (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.).

Экспериментальному исследованию был подвергнут вопрос о зависимости иммунитета (т. е. полной устойчивости к болезням) от вырабатываемого в иммунном растении специфического вещества, отсутствующего в неустойчивом растении и делающего невозможным развитие гриба, а также вопрос о том, не зависит ли иммунитет от отсутствия в иммунном растении определенного вещества, создающего возможность развития гриба. Такое вещество может, например,

вырабатываться в листьях и перемещением оттуда в остальные части растения делать их иммунными (или восприимчивыми). Следовательно, если надземные части иммунного сорта привить к подземным частям неустойчивого, то можно сделать подземные части устойчивыми. Однако, Roach (40) указал, что такого явления не наблюдалось при устойчивости картофеля к раку (*Synchytrium endobioticum* Perc.). Прививка иммунного сорта на подземные части неустойчивого не дала клубней, иммунных к этой болезни, и не обнаружила уменьшения заражения у этого растения „иммунного на поражаемом" точно также и вещества, о котором предполагают, что при его отсутствии создается иммунитет, и которое может вырабатываться в листьях и, перемещаясь к клубням, делать их неустойчивыми. Roach показал, что прививка неустойчивого сорта на иммунный подвой не влияет на продукцию неустойчивых клубней. Таким образом, эта работа дает возможность сделать вывод, что если иммунитет или восприимчивость к раку картофеля и зависит от вещества, вырабатываемого в какой либо части растения и переносимого оттуда в другие части, то листья во всяком случае не являются источником этого вещества.

Развив свои работы и применяя прививку к корневой системе, побегам и клубням, Roach (41) мог вывести заключение, что „причина" иммунитета не скрывается в каком либо веществе, которое бы могло перемещаться в растении. Повидимому, вещество, от которого в данном случае зависит иммунитет, не выходит за пределы клетки и неразрывно связано с протоплазмой или, возможно, с протеинами, постоянно составляющими часть протоплазмы. Roach выразил мнение, что ввиду чрезвычайной специфичности протеинов, обнаруживающейся при иммунно-химической и просто химической реакции, наиболее надежным способом при определении причин иммунитета является испытание протеинов иммунных и неустойчивых сортов иммунно-химическими методами.

Ставя опыты с сортами хмеля, устойчивыми и неустойчивыми к мучной росе (*Sphaerotheca macularis* M.), Salmon и Ware (42) получили такие же результаты, как и Roach. Прививка неустойчивого сорта на иммунный подвой не дала иммунитета листьям, а также и наоборот— иммунный привой на неустойчивом подвое не сделал листья неустойчивыми. Поэтому мало вероятности за то, чтобы у хмеля иммунитет или восприимчивость к *S. macularis* зависели бы от какого либо перемещающегося вещества, вырабатываемого в растении.

Однако, в некоторых случаях привой может иметь влияние на восприимчивость подвоя, пример чему дали Wormald и Grubb (43). Эти исследователи нашли, что восприимчивость подвоя

яблони к зобоватости, вызываемой *Bacterium tumefaciens* Smith и Townsend меняется в зависимости от сорта привоя. Сорт „Lord Derby“ делает подвой более восприимчивым, между тем как привой „Bramley's Seedling“, повидимому, увеличивает устойчивость подвоя к этой болезни.

[Относительно взаимного влияния подвоя и привоя сделано много наблюдений в практике, при чем Кренке (65) в своей сводке приходит к следующему выводу: „передача генотипических свойств подвоя привою (или обратно), а также какое либо специфическое и взаимное влияние не доказано и, вероятно, отсутствует. Но выявление некоторых скрытых свойств привоя именно на данном подвое вполне возможно. Следовательно, фактически некоторые свойства привоя могут быть связаны только с определенным подвоем (или обратно), но теоретически эти свойства могут быть выявлены и другим воздействием вне прививки. *Н. Т.*].

Предположение, что фактор, определяющий устойчивость, в некоторых случаях может быть отнесен к специфичности протеинов растительной ткани, высказали Nelson и Dworak (44) в отношении устойчивости льна к *Fusarium lini* Bolley. Они разделили глобулины семян устойчивого и неустойчивого сортов на 2 части, при чем обе части выявили высокую специфичность преципитиновой реакции. Эти исследователи пришли к заключению, что их опыты, хотя и не доказали, но все же обнаружили, что глобулины семян устойчивого сорта обладают серологической специфичностью, которая не наблюдается у глобулинов неустойчивых сортов. В таком случае устойчивость к *Fusarium lini* можно ставить в зависимость от глобулинов, хотя не удалось определить, является ли это результатом строения глобулинов или находится в зависимости от какого либо фактора, определяющего действие глобулина, как передаточного вещества.

С другой стороны возможно, что растение после проникновения грибницы может выработать в себе некоторые активные средства защиты: у некоторых плодов клеточный сок содержит окисляющие энзимы,— оксидазы, которые при наличии кислорода могут действовать на такие вещества, как галловая кислота, чтобы выработать таннинoподобные вещества, ядовитые для проникающего гриба. Количество оксидазы, по указанию Cook и Taubenhouse (45), уменьшается при созревании, почему зрелые плоды и более восприимчивы к различной плодовой гнили.

Но все же, пока еще нет определенных показаний на существование в зараженном растении особых токсинов, вырабатываемых самим грибом или антитоксинов, создаваемых растением, аналогичных тем токсинам и антитоксинам, которые играют такую важную роль при лечении вакцинами и сыворотками высших животных.

Двадцать лет тому назад Potter (46) указал на образование токсического вещества при белой гнили турнепса (*Pseudomonas destructans* Potter), которое, после отделения от связанного с ним энзима, задерживало развитие этой бактерии на привитой брюкве. Mallman и Hemstreet (47) выделили из сгнившей капусты вещество, действующее против паразита, добытого из той же самой капусты. Sardina (48), давший также сводку литературы по этому вопросу, неудачно пытался выделить специфичные агглютины и преципитины, подобные образующимся в зараженном теле животного, из растений, которым были привиты некоторые бактериальные болезни. При этом он пришел к заключению, что в этом отношении растения реагируют иначе, чем животное или человек. Однако, можно предположить, что при достаточно медленном развитии грибницы в ткани растения вследствие морфологических или биохимических причин накопление веществ распада, образуемых грибом, может быть настолько сильным, что помешает дальнейшему развитию грибницы.

Кроме того, имеется еще указание на защитную реакцию растения при развитии грибницы в его ткани, создающую морфологическое изменение ткани. Так, можно предположить, что образование пробкового слоя при поражении клубней картофеля паршей *Spongospora subterranea* (Wallr.) John. или *Actinomyces scabies* (Thaxter) Güssow является попыткой со стороны хозяина-растения изолировать пораженные ткани (49). Appel и Schuster (50) указали, что устойчивыми к заражению гнилостными бактериями оказались те сорта кортофеля, которые после 24 часов могли образовать корковую ткань над пораженным местом. Tisdale (51) нашел, что сорта льна, устойчивые против *Fusarium lini* Bolley, могли развить слои пробковых клеток еще до вторжения грибных гиф, при чем этот слой явился для них преградой.

Быстрое изолирование зараженной ткани играет также важную роль при защите растения от факультативных паразитов. Этот тип паразитов сначала проникает в виде сапрофита в мертвую ткань и, обеспечив инфекцию, переходит затем и на живую ткань растения. Образование таннинoподобного вещества у яблок и др. плодов задерживает после заражения развитие таких паразитов. Выделение млечных и смолистых соков или воска также действует как защитное средство против раневых заражений.

С другой стороны, быстрое отмирание зараженной ткани приводит к изоляции паразита, который, будучи неспособным извлекать питание из мертвой ткани, погибает от отсутствия питания. Некоторые сорта груш и яблок мало страдают от парши (*Venturia* spp.), потому что нагромождение мертвых клеток препятствует распространению мицелия. Такая чрезвычайная чувствительность хозяина

может рассматриваться, как фактор, определяющий устойчивость злаков к ржавчине (52): быстрая гибель пораженной ткани у устойчивых линий является результатом голодания паразитов.

Сделаем краткий обзор некоторых факторов из числа многих, способствующих устойчивости растений к заражению грибными болезнями: 1) отсутствие условий, необходимых для прорастания споры, может задержать проникновение гриба; 2) может отсутствовать стимул, необходимый для обеспечения вторжения; 3) вторжение ростковой трубки может задержаться морфологическими особенностями хозяина; 4) заражению могут препятствовать неблагоприятные условия в хозяине-растении, или, наконец, 5) развитие гриба может вызвать защитную реакцию со стороны хозяина-растения.

Однако, вопрос еще усложняется не только тем фактом, что у одного и того же индивидуума во многих случаях степень устойчивости, повидимому, меняется в различные стадии его развития, но еще и тем, что у различных частей растений степень устойчивости меняется в одно и то же время. Возраст ткани, повидимому, имеет значение, в особенности в отношении паразитов, заражающих стебли и корни. В некоторых случаях было установлено, что иммунитет может быть результатом защиты более восприимчивой ткани—тканью устойчивой. Schaffnit (14) подметил, что зерно пшеницы, вполне защищенное от внешнего воздуха чешуйками, сравнительно устойчиво к снежной плесени *Fusarium nivale* Ces., между тем как у ржи степень раскрытия чешуек, повидимому, влияет на степень заражения. Henning (53) отметил, что двурядные нестелющиеся ячмени с закрытым колосом, у которых цветы находятся во время оплодотворения внутри, т. е. клейстогамные, реже заражаются пыльной головней *Ustilago nuda* (Jen.), K. et S., чем ячмени стелющиеся, у которых цветы открыты при оплодотворении. По этим примерам видно, что, повидимому, устойчивые ткани защищают от вторжения гриба более чувствительные ткани.

В некоторых случаях устойчивая ткань препятствует распространению мицелия после заражения. Как Stakman и Aamodt (54), так и Hurst (17) указали, что у сортов пшеницы, устойчивых против *Puccinia graminis* Pers., гриб развивается только в более сочной колленхиме, развитие мицелия приостанавливается, когда он доходит до склеренхимы; поэтому и всходы пшеницы более восприимчивы к заражению, чем зрелые растения, так как они имеют меньше склеренхимной ткани.

26. Marryat, D. C. E., Journ. Agric. Sci. 2, 1907: 129.

26a. Wille, F. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 37. 1927: 129. Сводка и литература.

27. Comes, O., реф. in Intern. Inst. Agric., Bull. Agric. Intel. and Plant Diseases 4, 1913: 1117.

28. Arrhenius, O., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 34, 1924: 97.
29. Hurd, A. M. Journ. Agric. Res., 27, 1924: 725.
30. Molz, E. Реферат в Intern. Rev. Sci. and Prac. Agric. 9, 1918: 554.
31. Gardner, M. W. and Kendrick, J. B., Journ. Agric. Res., 21, 1921: 123.
32. Tischler, G. реферат в Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 23, 1913: 46.
33. Pasteur, L., Compt. rend. 51, 1860: 298.
34. Mc. Kenzie, A. and Harden, A. Journ. Chem. Soc. 83. 1903: 424.
35. Leach, J. G. Phytopath., 9, 1919: 59.
36. Coons, G. H. and Klotz, L. J. Journ. Agric. Res. 31, 1925: 287.
37. Walker, J. C., Lindegren, C. C. and Bachmann, F. H., ibid. 30, 1925: 175.
38. Tims, E. C. ibid. 32, 1926,: 183.
39. Brierley, W. B. Roy. Hort. Soc. Intern. Potato Conf., Rpt. 1921: 93.
40. Roach, W. A. Ann. Appl. Biol. 10, 1923: 142.
41. Roach, W. A. ibid., 14, 1927: 276.
42. Salmon, E. S. and Ware, W. M., ibid., 14, 1927: 276.
43. Wormald, H. and Grubb, N. H., ibid. 11, 1924: 278.
44. Nelson, C. I. and Dworak, M., N. Dakota Agric. Expt. Sta, Bull 202, 1926.
45. Cook, M. T. and Taubenhouse, J. J. Delaware Agric. Expt. Sta, Bull. 91, 1911, and Bull. 97, 1912.
46. Potter, M. C., Journ. Agric. Sci, 3, 1908: 102.
47. Mallman, W. L. and Hemstreet, C., Journ. Agric. Res., 28, 1924: 599.
48. Sardina, J. R. Angew. Bot., 8, 1926: 289.
49. Min. Agric. and Fish, Leaflet 137. Oc. 1925.
50. Appel, O. and Schuster, J., Arb. a. d. biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtsch., 8, 1912: 451.
51. Tisdale, W. H. Journ. Agric. Res. 11, 1917: 543.
52. Zimmerman, A., Centralb. f. Bakt. (II) 65 1925: 311.
53. Henning, E. K. Landtb. Akad. Handl. och Tidskr., 50 1916: 282.
54. Stakman, E. C. and Aamodt, O. S., Journ. Agric. Res., 27, 1924: 341.

Устойчивость растений к заражению насекомыми. Факторы, создающие устойчивость растений к бактериальным и грибным болезням, примеры чего были приведены в предыдущем отделе, не так ясно проявляются при устойчивости растений к заражению насекомыми. Ясно, что условия, необходимые для прорастания и дальнейшего роста грибных спор, особенно у эндофитов, где паразит живет в тканях растений, должны быть более многочисленными, чем условия, от которых зависит характер повреждения насекомыми. Способы нападения насекомых на растения в общем гораздо разнообразнее, чем способы заражения грибными болезнями.

На основании строения ротового аппарата и, сообразно с этим, способа добывания пищи из растения, насекомые могут быть грубо разделены на 2 группы: к одной относятся насекомые, имеющие жующий ротовой аппарат, другую составляют насекомые, у которых ротовые части так изменены, что представляют органы, при по-

мощи которых они прокалывают наружную поверхность ткани растения и высасывают клеточный сок.

Таким образом, получается как бы грубая аналогия между грибом и сосущими насекомыми, так как в обоих случаях паразит проникает в ткань растения-хозяина; сюда же можно отнести и те группы с жующим ротовым аппаратом, которые откладывают яйца, вводя яйцеклад в ткань растения-хозяина. Вполне понятно, что для этой группы насекомых одним из факторов, обусловливающих устойчивость растения, является *механическая устойчивость ткани.* Haseman (55) указал, что степень заражения трех сортов пшеницы гессенской мухой (*Mayetiola destructor* Say), повидимому, была различной в зависимости от состава золы; Mc Colloch и Salmon (56) указали, что изменяющаяся сортоустойчивость пшеницы к этому вредителю до некоторой степени зависит от присутствия кремнезема. Кроме того, интересно отметить, что между насекомыми этого типа, особенно тлями, и более специализовавшимися грибками можно провести параллель и в том отношении, что их отдельные виды приспосабливаются лишь к немногим видам хозяев-растений.

[Вопрос о кормовой специализации насекомых в последнее время получил достаточно широкое освещение в связи с вопросом сортовой устойчивости. Zweigelt (66), особенно много работавший над анализом процессов галлообразования в связи с явлениями иммунитета растений, считает, что во многих случаях решение вопроса об иммунности растения лежит в изменении трофотаксиса у насекомых, узко специализированных. В этом смысле галлообразующие насекомые являются рабами своего хозяина-растения. При таких условиях вполне возможно проводить параллель между явлением иммунитета к грибным паразитам и к таким узко специализованным вредителям, как это сделал Börner (67) относительно филлоксеры. В отношении паразитов-монофагов можно говорить о физиологическом иммунитете. Börner сделал попытку генетического анализа факторов иммунитета виноградной лозы к филлоксере.

Во многих случаях отношения между хозяином-растением и паразитом-насекомым отличаются большей свободой выбора со стороны паразита; поэтому вопрос об устойчивости культурных растений в отношении вредных насекомых естественно связан с вопросом о кормовой специализации. При этом естественно, что найти устойчивые сорта в отношении многоядных вредителей мало вероятно. Но все же возможны и такие случаи, как, например, с подсолнечной молью *Homoeosoma nebulella*, гусеницы которой питаются очень многими сложноцветными. После введения в культуру на юго-востоке СССР подсолнечника моль перешла на это растение и стала вредителем.

Карзину удалось найти среди калифорнийских сортов подсолнечника панцырные сорта, которые не повреждаются молью. Анализ этого явления был сделан Сахаровым (68), который показал, что устойчивость есть результат некоторого запаздывания в развитии гусениц первого возраста, по слабости ротового аппарата не могущих прогрызть семянку; панцырный слой образуется ранее, чем гусеницы второго возраста смогут проникнуть в семянки, что они проделывают на обыкновенных сортах подсолнуха.

Чисто морфологические препятствия могут быть преградой для насекомых, как, например, у яровой мухи (*Adia genitalis* Schnall.), которая на твердых пшеницах с сильно развитой лигулой не может просунуть яйцеклад во влагалище и потому пшеницы с опушением и с слабым охватом стебля влагалищем заражаются сильнее.

Анатомические элементы точно также могут служить препятствием для успешного заселения насекомым тех или других сортов культурных растений. Так Staniland (69) указывает, что наличие сплошного кольца склеренхимы характерно для сортов яблони, иммунных к кровяной тле (*Eriosoma lanigerum* Hausm.).

Кроме этих примеров пассивного иммунитета можно найти случаи иммунитета (или резистентности) активного, выражающегося в защитной реакции на внедрение паразита. В этом случае развиваются особые ткани для локализации поражения. Особенно это ярко выступает во всех случаях галлообразования. Кроме того защитная реакция может проявляться также и в процессах регенерации органов или их замещении. Примером может служить восстановительное кущение злаков при поражении отдельных стеблей. Троицкий (70) показал, что этот защитный акт может быть выражен у отдельных систематических единиц, особенно сильно, как, например, у кавказского ячменя (*Hordeum distichum nutans colchicum*) при поражении шведской мушкой.

Все разнообразие отношений между вредителями и культурными растениями в связи с явлениями устойчивости пытались классифицировать Molz (71) и отчасти Wardle, но все же до сих пор в научной литературе в этом отношении существует пробел, хотя накоплено уже много фактов, а по некоторым группам проведена и аналитическая работа. *Н. Т.*].

Очень многие насекомые—всеядны, но и в отношении этих насекомых, можно сказать, что и они избегают некоторые растения. То обстоятельство, что некоторые растения, как лавры и тисс, обычно не заражаются насекомыми, повидимому, можно объяснить теми же факторами, которыми определяется и более специализированная сортоустойчивость, с которой мы имеем дело. Как пример такой сортоустойчивости,

Treherne (57) приводит сравнительную незаражаемость сортов яблонь „Northern Sky“ и „Majentin“ кровяной тлей (*Eriosoma lanigera* Hausm.) и относительную устойчивость груш „Le Conte“ и „Kieifer“ к калифорнийскому червецу (*Aspidiotus perniciosus* Comst.).

Раньше уже указывалась та роль, которую, повидимому, играют такие составные части, как таннин при защите растения от грибных болезней. Присутствие веществ, отталкивающих насекомых, может быть фактором, определяющим устойчивость растения, что можно иллюстрировать следующими примерами: Molz (30) предполагал, что устойчивость африканского какао к заражению личинками *Ephestia elutella* Hb. объясняется обилием таннина в коре, который в неустойчивых гватемальских и венецуэльских сортах имеется только в небольшом количестве. Prell (58) приписывает иммунность некоторых сосен к заражению шелкопрядом монашенкой (*Porthetria monacha* L.) присутствию в хвое ½% скипидара, который отсутствовал в хвое других сосен. Точно также Oshima (59) объясняет иммунность тисса и кипариса к формозским термитам присутствием в них спирта.

Защитную роль летучих масел, имеющихся в коре плодов цитрусов, в отношении плодовой мухи (*Ceratitis capitata* Wied.) выяснили в своей работе Back и Pemberton (60). Эти авторы указали, что, хотя наличие масла недостаточно для того, чтобы заставить насекомое отказаться от кладки яиц на плоде, но самка едва ли сможет это сделать, не повредив при этом одну или несколько клеток с маслом; выступающее же масло убивает яйца.

Повидимому, роль, которую играют в растении алкалоиды и глюкозиды, имеет важное значение при решении вопроса о сортоустойчивости. Характерно то, что такой алкалоид, как солянин, появляется в картофеле лишь в период его активного роста, а также и то, что многие из глюкозидов появляются, главным образом, в части растения, особенно подверженной заражению, а именно в семенах и коре. Еще более характерно то, что энзимы, нужные для изменения глюкозидов и освобождения активного яда, обычно имеются в клетках, в которых отсутствуют глюкозиды. Таким образом, энзимы могут действовать на изменение глюкозидов лишь при повреждении клеток или, может быть, иногда при прорастании. Наконец, нужно еще отметить, что относительное количество энзимов и глюкозидов или алкалоидов сильно меняется у различных сортов одного и того же растения. Например, Armstrong, Armstrong и Horton (61) указывают, что кроме широко распространенной цианосодержащей формы *Lotus corniculatus* L., существует форма, ботанически не различаемая, в которой утерялась способность к образованию циансодержащих

глюкозидов. Miller (62) указывает, что процент алкалоидов в листьях белладоны меняется даже при удобрении растения. Поэтому понятно, что степень устойчивости к заражению насекомых меняется у различных сортов в зависимости от присутствия или отсутствия глюкозидов или алкалоидов. Однако, принято считать, что яд действует, как стимул, усиливающий метаболизм в пораженных местах.

Не вдаваясь подробно в эту гипотезу, интересно отметить работу Verschaffelt (63) о привлечении капустницы (*Pieris brassicae* L.) различными крестоцветными. По его данным видно, что гусеница действительно делает выбор между различными горчичными маслами этих растений. В таком случае способ, которым насекомое привлекается отдельными хозяевами-растениями, можно рассматривать, как фактор, определяющий степень заражаемости данного сорта. Относительная иммунность сорта может быть тогда объяснена отсутствием фактора привлекающего или чрезмерным действием отталкивающего.

Наконец, степень повреждения при заражении вредителями может быть поставлена в зависимость от степени реакции растения на заражение. Что во многих случаях имеется определенная реакция, аналогичная с реакцией при заражении некоторыми грибами, видно по развитию гипертрофической ткани, как, например, при образовании галлов, которые, например, на черной смородине являются результатом гипертрофического разрастания ткани почки, зараженной клещем *Eriophyes ribis* Nal.; Lees (64) мог иммунность, наблюдаемую у некоторых сортов черной смородины, объяснить их чрезвычайной восприимчивостью. У этих сортов точка роста зараженной почки бывает убита, почему на нее не действует стимул, вызывающий гипертрофию ткани, что, в свою очередь, нужно для питания нападающего вредителя.

55. Haseman, J. Journ. Econ. Entom., 9, 1916: 291.
56. Mc. Colloch, J. W. and Salmon, S. C., ibid., 11, 1924: 413.
57. Treherne, R. C., Agric. Gaz. Canada, 4, 1917: 855.
58. Prell, H., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 35, 1925: 82.
59. Oshima, M. Philippine Journ. Sci, 5, 1919: 11.
60. Back, E. A. and Pemberton, C. E., Journ. Agric. Res., 3, 1915: 311.
61. Armstrong, H. E., Armstrong, E. F. and Horton E. Proc. Roy. Soc. 86, 1913: 262.
62. Miller, F. A. Реферат в Expt. Sta. Rec. 1916. 34: 18.
63. Verschaffelt, E. K. Akad. Wetensch. Amsterdam Proc. Sect. Sci., 13 (1) (B) 1910: 536.
64. Lees, A. N. Ann. Appl. Biol. 5, 1918: 11.
65. Кренке, Н. П. Хирургия растения. Москва 1923.
66. Zweigelt T. Vorhand. D. Ges. Ang. Entom. 1928.
67. Börner. Anz. f. Schädlingskunde. 1928.

68. Сахаров. Подсолнечная моль. Москва 1925.

69. Staniland. The Immunity of apple stems from attacks of Wolly Aphis. Bull. Entom. Research. 1924.

70. Троицкий Н. Н. Предварительные результаты работ Экспериментальной Станции. Лгр. 1925.

71. E. Molz. Ztschr. f. Pflanzenzüchtung. 1918.

ГЛАВА III

Влияние внешних факторов на восприимчивость растения к повреждениям

Разнообразные факторы, которые определяют устойчивость растения к деятельности вредителей из растительного и животного мира, могут быть разбиты на две группы: во первых, факторы, о которых пока еще известно очень мало, которые можно назвать физиологическими: они тесно связаны с жизнью протоплазмы растения; во вторых, факторы, соединенные с морфологическим строением растения, именно физические и химические свойства его тканей и соков. Хотя в обеих группах имеются факторы, генетически связанные с растением и по существу не отличающиеся от прочих наследственных факторов, зато другие могут изменяться в зависимости от условий, в которых произрастают растения. Предметом настоящей главы является возможно более близкий подход к вопросу об изменениях устойчивости растения при изменении условий произрастания, и использование подобных изменений в качестве метода борьбы с вредителями.

Наша задача имеет две стороны, так как внешние условия, влияющие на жизнь растения-хозяина, влияют также, прямо или косвенно, на паразита. Так, например, температура может не только влиять на устойчивость определенной разновидности растения по отношению к вредителю, но также и на вирулентность самого вредителя. На самом деле, в некоторых случаях может быть, что иммунитет растения только кажущийся и основан не на наследственной устойчивости, а на том обстоятельстве, что внешние условия не благоприятствуют вредителю. Для того, чтобы разделить эти два вида влияния внешних факторов произрастания на степень повреждения растения, условимся называть изменения в активной устойчивости растения — изменением в восприимчивости его, а изменения количества и вирулентности вредителей — изменением в чувствительности растения к деятельности вредителей.

Во многих случаях невозможно провести резкой границы между „восприимчивостью“ и „чувствительностью“. Так, например, чрезмер-

ное азотистое удобрение предрасполагает растение к повреждениям; причину этого предрасположения многие авторы видят в изменениях, которые произошли в самом растении-хозяине и сделали его более восприимчивым. С другой стороны, повышенная деятельность вредителей может быть объяснена не внутренними изменениями в растении, а тем, что вегетативный период роста растения удлиняется, а его созревание задерживается и заражение делается более вероятным. В третьих, при увеличении размеров растения, создаются особые условия затенения и циркуляции воздуха, благоприятствующие развитию вредителя.

Таким образом, намечаются постепенные переходы от крайнего случая, когда наблюдается падение устойчивости растения (1), к другому крайнему случаю, когда внешние факторы обеспечивают отсутствие вредителя. Точное разделение понятий восприимчивости и чувствительности весьма полезно, хотя в промежуточных случаях оно и затруднительно. В таких случаях крайне трудно установить, произошло ли изменение в деятельности вредителей от измененных условий произрастания по причине происшедших изменений в самом растении, или по причине комбинаций факторов, изменяющих предрасположение растения, или же, наконец, по причине изменений в жизни паразита.

Естественные факторы произрастания разделяются на две главные группы: пищевые и климатические. К первой группе относятся разнообразные условия почвы, удобрения и орошения, во вторую включаются температура, влажность и осадки.

1. Salmon. E. S. Ann. Appl. Biol. 14, 1927: 263.

Факторы питания.

Из условий питания, легче всего поддается изменению, а следовательно, и изучению — удобрение.

Влияние удобрения. То глубокое значение, которое имеет питание растения на его здоровье, сделалось особенно ясным после опубликования первых серьезных работ по питанию растений Lawes и Liebig. Последний (2) описал два рядом лежащих картофельных поля, из коих одно было совершенно здорово, а другое носило следы явного заболевания. Они объясняли этот факт применением разного удобрения, благодаря чему тот же сорт картофеля разно реагировал на заразу. Они цитируют опыты Naegeli и Zoller над горшечной культурой картофеля, из которых выяснилось, что факторы, обеспечивающие нормальный рост растения, тем самым вызывают и устойчивость его против заразы.

В последующей работе было установлено, как уже сказано, что азотистое удобрение, особенно содержащее легко ассимилируемые нитраты, создает у растения предрасположение к заболеванию (стимуляция). Laurent (3) нашел, что восприимчивость картофеля к фитофторе (*Phytophthora infestans* DB) повышается от азотистого удобрения; подобный же результат, замечаемый при известковании, он относит за счет косвенного возбуждения, нитрификации почвы. Spinks (4) доказал, что восприимчивость пшеницы к мучнистой росе (*Erysiphe graminis* DC) и ржавчине (*Puccinia glumarum* Erikss. et Henn.) повышается при прибавлении усвояемого азота в пищевой раствор, в котором развиваются растения; это экспериментально подтверждает наблюдения Little (5), что тяжелое удобрение, в особенности азотистое, вызывает предрасположение пшеницы к ржавчине. Подобные же результаты были получены при наблюдениях над значительным количеством вредителей и растений, и в настоящее время можно считать общепринятым мнение, что азотистое удобрение, если и не окончательно ослабляет устойчивость растения, то во всяком случае делает его более чувствительным к заболеванию. В подтверждение этого мнения было установлено, что недостаток в усвояемых фосфатах и калии вызывает падение сопротивляемости растения. В Ротемстеде поля с удобрением, не содержащим калия, всегда первые поддаются действию вредителей. Недостаточно снабженные калием свекловичные поля сильно страдали от ржавчины (*Uromyces betae* Lév.), тогда как соседние участки, одинаково подверженные действию заразы, остались здоровыми, и, наоборот, неоднократно было замечено, что достаточное минеральное удобрение (удобрения, содержащие калий и фосфаты) повышало устойчивость растения по отношению к грибам и насекомым. Stakman и Aamodt (6) установили своими опытами, что хотя непосредственное влияние удобрения на развитие ржавчины (*Puccinia graminis* Pers.) пшеницы и мало, но косвенное значение глубоко. При ограниченном введении азота и при употреблении удобрения, содержащего фосфаты и калий, можно было достичь уменьшения повреждений, наносимых упомянутым паразитом. Bewley и Paine (7) показали, что ослабление полосчатой болезни томата (*Bacillus lathyri* Manns.-Taub.) связано с употреблением удобрения следующего состава, как это видно из нижеследующей таблицы:

Разновидность	Удобрение	Число больных растений из 120
Comet	только искусственное	40
	то же без калия	78
Kondine red	только искусственное	13
	то же без калия	33

Отсутствие калия сильно увеличивает количество пораженных растений.

Точная причина, почему введение питательных веществ увеличивает устойчивость растений, неизвестна. Обыкновенно принято думать, что непосредственное влияние удобрения на глубокие физиологические факторы, от которых зависит сопротивляемость растения, в общем ничтожно. Более вероятно, что в большинстве случаев всякая перемена в относительной сопротивляемости растения имеет причину в изменениях каких то морфологических признаков. Азотистое удобрение обыкновенно вызывает усиленный рост, общая поверхность листьев увеличивается, и сами они становятся более нежными и сочными. Remer (8) объясняет большое предрасположение злаков к грибным болезням при азотистом питании усиленным темпом роста и увеличением поверхности листьев. Bewley (9) считает, что избыток азота стимулирует быстрый рост и что нежное и сочное растение более восприимчиво к болезням; калию же приписывает огрубение тканей.

Russel (10) объясняет повышенную чувствительность растений к инфекции при применении азотистых веществ утолщением клеточных оболочек и изменениями в строении тканей и составе клеточного сока. Comes (11) в подтверждение своего взгляда на значение кислотности клеточного сока, как фактора, повышающего устойчивость растения по отношению к болезни, рекомендует употребление фосфористых удобрений, особенно суперфосфатных вместо азотистых веществ, чтобы поднять кислотность клеточного сока на возможно большую высоту. В дальнейшем был выдвинут взгляд, что всякая перемена в воздействии вредителя от того или иного состава удобрения зависит не от изменений в устойчивости растения, а от изменений условий произрастания. Gassner (12) показал, что различная степень инфекции ржавчины (*Puccinia graminis* Pers.) на разно удобряемых участках зависит не от изменений в устойчивости растения от применения тех или иных удобрений, но от изменений в стадиях развития самого растения. Вопреки различным удобрениям, растения, находящиеся в одинаковой фазе своего роста, были поражены приблизительно одинаково; Armstrong (13) указывает на задержку созревания пшеницы при употреблении азотистых солей натрия, вседствие чего создаются благоприятные условия для развития ржавчины (*Puccinia glumarum* Erikss. et Henn.), и действие азота сказывается в замедлении роста, а не в увеличении восприимчивости. Наоборот, фосфаты в общем стимулируют более быстрое созревание. Таким образом, растение достигает зрелости при фосфатном удобрении раньше, чем паразит успеет оказать свое действие. Frew (14) объясняет отсутствие зеленоглазки (*Chlorops taeniopus* Meig.) на яровом ячмене при

удобрении фосфатами ранним появлением колоса. Число листьев, которые возвышаются над вершиною колоса, в момент откладки яиц невелико, и вероятность того, что личинка, вылупившаяся из яиц, отложенных на этих листьях, при своем движении вниз достигнет колоса, соответственно мала.

[В русской литературе имеются по этому вопросу весьма интересные исследования Вавилова (14а, 14б). *А. Я.*].

Хотя, как общее правило, применение азотистых веществ увеличивает восприимчивость растений к болезням, вызываемым грибками и насекомыми, а калий и фосфаты уменьшают ее, тем не менее замечаются достойные внимания исключения. Bewley (9) (стр. 48) показал, что избыток азота и, как следствие, быстрый темп роста создают обстановку, благоприятную не для всех болезней, но, например, заболевание томата, вызываемое *Verticillium*, резче проявляется у растений с недостаточным питанием. Применение суперфосфата понижает сопротивляемость растений инфекции *Sclerotinia Libertiana* Fckl., вероятно, вследствие повышения кислотности клеточного сока, благоприятствующего развитию грибка (15).

Пока еще не разрешен вопрос о том, действуют ли отдельные вещества в составе удобрения индивидуально, или все зависит от общего количества азота, усвоенного растением. Spinks (4) утверждает, что, хотя применение минерального удобрения понижает восприимчивость растений, но оно не может парализовать действие больших количеств азотистых веществ. Повидимому, имеет право на существование идея „баланса“ в удобрении, и пагубное влияние азотистого удобрения зависит от явного избытка азотистых веществ. Russell (10) утверждает, что в удобрении, по всей вероятности, наибольшую роль играет равновесие азота и калия, но, с другой стороны, Schaffnit и Volk (15а) показали, что увеличенное применение фосфатов и калия не оказывает влияния на устойчивость растений в присутствии соответственно повышенного количества азота. Влияние других элементов, входящих в состав пищи растений, на взаимоотношение между растением и его паразитами не выяснено достаточно ясно. Spinks (4) установил в своих работах по высеванию пшениц в вегетационных сосудах, что введение небольших доз солей лития делало растение почти иммунным по отношению к желтой ржавчине и мучнистой росе, а применение азотистых солей свинца и цинка, даже в малых количествах, наоборот сильно понижало устойчивость. Не безъинтересно привести одно обстоятельство, чтобы показать возможность влияния на взаимоотношения между хозяином и паразитом таких элементов, следов которых достаточно для обеспечения правильного питания. Brenchley и Thornton (16) показали, что для устано-

вления симбиотического развития клубеньковых бактерий на некоторых мотыльковых растениях—необходимо присутствие бора. Применение того или иного удобрения, как метода борьбы с вредителями растений, зависит не только от прямого и косвенного влияния на пищевой режим растения, но и от его влияния на условия жизни паразита. При рассмотрении влияния удобрения на деятельность паразитов было обращено внимание на воздействие удобрения на само растение. Возникающий параллельно вопрос о воздействии удобрения на паразитов, которые проводят некоторые фазы своего развития в земле, и методику уничтожения паразитов в почве мы отложим до рассмотрения вопроса о воздействии на почву.

2. Liebig, J. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. 9-te Aufl., Braunschweig, 1876.
3. Laurent, E., реф. Expt. Sta. Rec., **11**: 1900: 550.
4. Spinks, G. T. Journ. Agric. Sci., **5**. 1913: 231.
5. Little, W, C. Journ. Roy. Agric. Soc. England. (2) **19**, 1883: 634.
6. Stakman, E. C. and Aamodt. O. S. Journ. Agric. Res., **27**, 1924: 341.
7. Bewley, W. F. and, Paine, S. G. Cheshunt Expt. Sta. 5 th Ann. Rpt. 1919: 22.
8. Remer, W., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **14**, 1904: 65.
9. Bewley, W. F. Diseases of Glasshouse Plants, London, 1923: 46.
10. Russel. E. J., Soil Conditions and Plant Growth, 7 th Ed., London. 1927.
11. Comes, O. реф. Inter. Inst. Agric., Bull. Agric. Intel. and Plant Disease. **4** 1913: 1917.
12. Gassner, G. Centralb. f. Bakt. (II), **44**, 1916: 512.
13. Armstrong, S. F. Journ. Agric. Sci. **12**, 1922: 57.
14. Frew, J. G. H. Ann. Appl. Biol. **11**, 1924: 175.
14а. Вавилов, Н. И. Очерк современного состояния учения об иммунитете хлебных злаков к грибным заболеваниям. Москва. С.-Х. И. 1913.
14б. Его же. Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. Москва, 1919.
15. Butler. E. J. Fungi and Disease in Plants. Calcutta, 1918: 123.
15а. Schaffnit. E., and Volk, A. реф. Rev. Appl. Mycol. **6**, 1927: 570.
16. Brenchley, W. E. and Thornton, H. G. Proc. Roy. Soc., **98**. B. 1925: 373.

Влияние общих условий почвы. Общие условия почвы могут усилить деятельность паразита, не только косвенным путем воздействия на удобрение, но и прямо путем влияния как на растение, так и на паразита. В этом направлении достаточно привести примеры из области одной проблемы, которая, благодаря сложности окружающих ее факторов, до сих пор еще мало изучена. Müller и Molz (17) на основании общих наблюдений над повреждениями, причиняемыми желтой ржавчиной (*Puccinia glumarum* Eriks. et Henn.), вывели заключение, что они слабее в тяжелых, глубоких и влажных почвах, чем в мелких и сухих; в то время, как на болотистых почвах, богатых минеральными веществами, ржавчина наблюдается

редко, она изобилует на почвах, бедных питательными веществами (они упоминают преимущественно верхний триас и раковистые известняки). Howard (18), однако, показал, что сопротивляемость растения ржавчине сильно зависит от условий аэрации. Он указывает, что в Индии наиболее устойчивыми против ржавчины сортами пшеницы являются сорта с неглубокой корневой системой, тогда как сорта с глубоко идущей корневой системой, наоборот, более подвержены повреждениям. В подтверждение своего мнения, он приводит данные Clouston'a, что красная гниль сахарного тростника (*Colletotrichum falcatum* Went.) изобилует на плотных черных землях Индии, но редко встречается на пористых почвах (bhata). Эффект, обратный аэрации почвы, можно видеть на примере, приводимом Butler'ом (19), что на о. Реюньон арабская разновидность кофейного куста отлично произрастает в сухой части острова, на глубоких почвах, в то время как мелко растущие участки часто подвергаются повреждениям от болезней листьев.

С условиями аэрации почвы тесно связан вопрос о дренаже. Jones и Drechsler (20) показали, что время появления красной гнили гороха (*Aphanomyces enteichus* Drechsler) в местах интенсивной культуры гороха для нужд консервной промышленности сильно зависит от типа почвы. Раннее появление болезни на столь различных почвах, как красная глина в Висконсине и песчаная почва к югу от Балтимора, приписывалось упомянутыми авторами задержке воды, которая создавала условия, благоприятные для развития грибка. Красная глина сама по себе непроницаема для воды, в то время как под песком лежит водонепроницаемый подпочвенный слой. Соответственно дренажные мероприятия рекомендуются (21), как действительное средство против корневой гнили винограда (*Clitocybe tabescens* (Scop.) Bres.

[Особенно рельефно значение почвы проявляется в отношении филлоксеры, так как европейские лозы не страдают от нападения вредителя на песчаных почвах с минимальным содержанием коллоидальной части. Дело здесь в том, что в песчаной почве колонии филлоксеры обречены на вымирание и потому происходит очень быстрое очищение корней от паразита. Таким образом, во Франции и Венгрии многие виноградники из европейских сортов устроены на песчаных почвах. Кроме того состав почвы имеет еще и другое значение в филлоксерном вопросе, так как применение инъекций сероуглерода для лечения зараженных виноградников дает различные результаты в зависимости от %% содержания коллоидной части почвы. В этом отношении особенно рентабельно лечение на лессовых почвах, что и получило широкое развитие в Нижней Австрии (23). *Н. Т.*].

В местностях, где влажность почвы настолько низка, что приходится прибегать к искусственному орошению, часто удается применять орошение, как меру борьбы с вредителями. Parker (22) сообщает, что влажность почвы является важнейшим фактором жизни корневой тли сахарной свеклы (*Pemphigus betae* Doane) и что раннее орошение при первых признаках увядания листьев снижает степень повреждаемости сахарной свеклы. Затопление почвы для уничтожения насекомых, живущих в ней, практически было применено на французских виноградниках против филлоксеры. Этот метод имел временный успех и был оставлен после того, как было обнаружено его неблагоприятное действие на почву. Howard (18) наблюдал сильное повреждение зеленой мухой только тех фруктовых деревьев в Кветта, около которых были созданы ненормальные условия аэрации, вследствие введения избытка воды в холодное время года.

17. Müller, H. und Molz, E. Fühlings Landw. Ztg. **66**, 1917: 42.
18. Howard, A. Ann. Appl. Biol. **7**, 1921: 273.
19. См. 15: стр. 117.
20. Jones, F. R. and Drechsler, C. Journ. Agric. Res., **30**, 1925: 293.
21. Rhoads, A. S. ibid., **30**, 1925: 341.
22. Parker, J. R. ibid. **4**, 1915: 241.
23. Троицкий, Н. Н. Филлоксерный вопрос в Западной Европе. Тр. пр. энт. XV, 1929.

Климатические факторы. Выявление прямого влияния климатических факторов, как-то температуры, влажности и осадков, на сопротивляемость растения — очень затруднительно вследствие того, что растение окружает сложный комплекс косвенных влияний. Климатические факторы имеют не только глубокое влияние на питание растения, но как раз этими факторами предопределяется присутствие, число и вирулентность паразита. С другой стороны, почти невозможно доказать, что в случае ослабления деятельности вредителя определенные изменения климатических факторов вызвали соответственные изменения в сопротивляемости растения. В таких случаях приходится совершенно отказаться от оценки сопротивляемости растения и ограничиваться наблюдениями за деятельностью вредителя. Климат является одним из главных факторов, определяющих распространение высших животных и растений, не менее существенно его влияние и на распространение низших животных и растений, принадлежащих к числу вредителей культурных растений.

[Главнейшими климатическими факторами по их воздействию на организмы являются температура и влажность. Для каждого

организма соотношение этих факторов, обеспечивающих ему наилучшие условия развития, строго индивидуальны. В большинстве случаев эти соотношения совпадают для вредителя и растения-хозяина, но могут быть и различными. В первом случае мы, очевидно, будем иметь совпадение ареала распространения растения-хозяина и вредителя, во втором этот ареал будет различен. *И. Ф.*].

Вполне возможно существование определенных климатических условий, при которых растение нормально развивается, а вредитель существовать не может. Вследствие этого в некоторых местностях нет надобности применять методы борьбы против определенного паразита. [Точное знание этих условий поможет нам воспользоваться этим отличием как для предсказания времени и возможности появления вредителя в той или иной местности, так и выбрать местность, наиболее благоприятную для той или иной культуры. *И. Ф.*].

Здесь не место для детального изложения чрезвычайно интересных теоретических работ, касающихся влияния климатических факторов на организм и, в частности, на вредных насекомых, но надо заметить, что такие работы имеют определенное отношение к делу борьбы с вредителями. Много уже сделано попыток, чтобы выяснить причинную связь распространения определенного насекомого с климатическими условиями и влияние этих условий на поведение насекомого (см. дальше). Первые исследователи, взгляды и статьи которых изложил Sanderson (23), ограничивались преимущественно изучением влияния температуры. Но уже давно было установлено, что это влияние изменяется, благодаря действию других факторов. Shelford (24) ввел в науку понятие об испаряемости, представляющее собой сумму влияний температуры, относительной влажности воздуха, ветра и инсоляции на испаряемость воды телом насекомого. Pierce (25) указал на важное значение средней температуры и средней относительной влажности воздуха на поведение и распространение хлопкового цветоеда (*Anthonomus grandis* Boh.) при помощи диаграммы. Нанося числовые значения этих факторов на абсциссу и ординату, ему удалось разбить площадь на ряд концентрических эллипсов, представляющих собой зоны активной деятельности, подавленности, покоя и смерти. [Подобные же диаграммы приводит Shelford (28а) для плодожорки (*Laspeyresia pomonella L.*), подробно обсуждая технику их изготовления. Он же дает более новую сводку вопроса (28б). *И. Ф.*].

Влияние температуры и относительной влажности на распространение грибных заболеваний прослежено Peltier и Frederick (26)

в их работе о распространении и деятельности парши лимона *(Cladosporium citri* Massee) и рака лимона *(Pseudomonas citri* Hasse). Рост первого грибка не был угрожающим и повреждения были незначительны, если средняя месячная температура была выше 24°, как это имеет место на Филиппинских островах. Эта болезнь не имеет экономического значения, если в местностях с лимонной культурой общее количество осадков не более 1 250 *мм* и при этом распространено равномерно в течение всего года, а также в местностях, где в течение сухого периода преобладают высокие температуры. Относительно распространения рака можно было заметить, что бактерия, причиняющая его, распространена там, где кривые температуры и осадков поднимаются одновременно, как это имеет место в Восточных Штатах Америки, Китае и Южной Африке; там же, где кривая осадков опускается при поднятии кривой температуры (Калифорния) — бактерия отсутствует. То обстоятельство, что климатические условия могут быть неблагоприятными для паразита, оставаясь благоприятными для растения - хозяина, встречается чаще всего при перемещениях по высоте, но может встретиться также и при перемещениях в плоскости. Прекрасный пример приводит Dowson (27) по поводу разведения кофе в Кени (В. Африка). Условия произрастания кофе на высоте 1 800 — 2 000 *м* удовлетворительны, но грибок, вызывающий заболевание кофейных листьев *(Hemileia vastatrix* B. & Br.) не заходит так высоко и болезнь не имеет распространения. На высотах 1 500 — 1 800 *м*, при своевременном употреблении слабых фунгисидов, борьба с грибком протекает успешно; на высоте 1 200 — 1 500 *м* для борьбы с болезнью приходится употреблять регулярное опрыскивание более концентрированными фунгисидами; ниже 1 200 *м* условия для распространения грибка становятся столь благоприятными, что, несмотря на подходящие осадки, разведение кофейного куста становится нерентабельным. Подобный же пример приводит Waite (28) для восточной части Соединенных Штатов, где один сорт персика настолько подвергается персиковой плесени *(Cladosporium carpophilum* Thüm.), что в течение некоторого времени разведение его считалось возможным лишь на высотах, превосходящих 350 *м*. Теперь, однако, удалось преодолеть действие грибка подходящим опрыскиванием и в более низких местностях.

Важность точного знания границ климатической зоны, внутри которой вредитель имеет существенное экономическое значение, явствует из примера, который приводит Fernald (29). В Восточных Штатах Северной Америки удалось более или менее окончательно нанести на карту точное распространение некоторых растений и животных. В Массачузетсе большинство городов ассигновывало

определенную ежегодную сумму на защиту вязовых насаждений вдоль дорог от разрушительного действия вязового листогрыза (*Galerucella luteola* Müll.). Впоследствии было установлено, что повреждения, причиняемые жуком в бореальной зоне ничтожны, что дало возможность городским самоуправлениям вдоль западной и северной границ штата сберечь значительные средства.

Примеры существования столь резко обозначенных зон жизни отдельных организмов встречаются, однако, редко. Для организмов с короткой жизнью, какими являются грибки и насекомые, протяженность этих зон жизни подвергается значительным колебаниям в зависимости от годичных изменений климата. Общеизвестно, что в некоторые годы повреждения, наносимые определенными вредителями, чрезвычайно серьезны, в то время, как в другие не представляется даже необходимым применять какие либо меры борьбы. Легко убедиться, что такие вспышки являются результатом условий погоды; просмотрим для этого еще раз взаимоотношения между климатом и деятельностью вредителя. К непосредственному влиянию температуры и влажности на распространение паразита прибавляется еще влияние климатических условий на его численность. Погода является не только существенным фактором, определяющим распространение вредителя, но климатические условия в значительной мере влияют и на весьма чувствительный „биологический баланс“, о котором говорилось во введении. Изобилие организмов, могущих уменьшить распространение вредителя растений, также широким образом предопределяется погодой. Если бы случилось, что условия погоды были неблагоприятными для таких организмов, оставаясь более или менее благоприятными для самого вредителя, то вероятность вспышки размножения вредителя сильно бы увеличилась.

Является ли возможным предсказать, на основании данных погоды, наступление вспышек очень серьезного значения достаточно заблаговременно для практических целей — вопрос спорный, но установить причинную связь между серьезностью вспышки и условиями погоды удается довольно часто. Английские земледельцы давно заметили, что ненастная погода в июле и августе сильно увеличивает вред, наносимый картофельной гнилью (*Phytophthora infestans* D. B.). Конидии и зооспоры грибка развиваются только в условиях достаточной влажности при оптимальной температуре в 21 — 23° С — ненастный июль как раз и создает эти условия. Van Everdingen (30) нашел, что необходимым условием для развития картофельной гнили являются ночные росы, а поэтому ночная температура должна быть ниже точки росы, по крайней мере, в течение четырех часов. Martin (31) сообщает, что в Нью-Джерси (С. Америка) эпидемическое развитие

картофельной гнили предопределяется средней температурой июля выше 23,2° и осадками ниже 138 *мм*. Другой пример приводит Millard (32), который объясняет широкое распространение картофельной парши *(Actinomyces scabies* Güss.*)* в сухие года вероятным воздействием высокой температуры почвы. Возможно, что сильно аэробные свойства картофельной парши также играют некоторую роль, так как болезнь редко появляется на глинистых почвах во влажные года. Felt (33) сумел найти причинную связь уменьшения повреждений, наносимых вязовым листогрызом *(Galerucella luteola* Müll.*)* в центре штата Нью-Иорк с ненормальным понижением температуры в течение периода 11—20 июня. Он высказывает предположение, что в этой местности как раз этот период является временем наиболее интенсивной откладки яиц, и если сумма максимальных и минимальных температур в среднюю декаду июня не превышает 520°, то появятся вероятность задержки в откладке яиц и необычайная смертность. Smith и Davis (34) указывают, что в Канзасе, где гороховая тля *(Illinoia pisi* Kalt.) сильно повреждает люцерну, мартовские дожди умеряют ее деятельность.

Знакомство с влиянием температуры и влажности на растительных и животных вредителей имеет особенное значение в оранжерейных культурах. Здесь представляется возможным, при надобности, изменять климатические условия для ослабления деятельности вредителя, не нарушая существенным образом роста растения. Bewley (9) подчеркивает значение температуры воздуха и почвы для развития болезни томатов, обусловленной *Verticillium*. Как только было установлено, что возбудителем является *V. albo-atrum* R. & Br., температура теплицы была поднята выше 25°С, увлажение было по возможности уменьшено и произведено окучивание растений для стимулирования нового корнеобразования. В одном случае до 68% растений было поражено болезнью, но после применения вышеуказанных мер количество вялых растений снизилось до 10%. Jones, Walker и Monteith (35) нашли, что развитие фузариоза капусты *(Fusarium conglutinans* Woll.*)*, как и большинство болезней, причиняемых сосудистыми паразитами вида *Fusarium* (36), зависит от соотношений почвенных температур; это паразит, не требующий высокой температуры, и болезнь распространяется через корневую систему при температуре почвы не ниже 17° С.

Godfrey (37), обсуждая влияние температуры на активность *Heterodera radicicola* (Greef) Müller—нематоды, вызывающей корневые галлы,—советует хозяевам, эксплоатирующим оранжереи при культурах растений, не требующих высоких температур, как-то сельдерей и салат, для предохранения от деятельности этой теплолюбивой нема-

тоды снижать температуру до 10° — 12° С (50 — 33), и избегать, таким образом, повреждений.

Что касается влажности, то **Bewley** (9, стр. 62) показал, что росяная болезнь томатов *(Phytophthora* spp.) увеличивается при избытке влажности воздуха и почвы. Умеренная поливка посевных ящиков и достаточная вентиляция, при которой поверхность земли остается сухой, позволяют задерживать развитие болезни. Для избавления от плесени листьев томата *(Cladosporium fulvum* Cooke) Hasper (38) рекомендует снижение атмосферной влажности теплицы путем сквозной вентиляции.

Kirkpatrick (39) приводит интересную сводку методов, при помощи которых можно изменить температуру и влажность внутри растения даже на открытом воздухе. Как пример, он приводит обычай подрезки ветвей у кофейного куста, с целью обеспечить хорошую циркуляцию воздуха и тем самым снизить относительную влажность, как защиту от кофейного червеца *(Pseudococcus citri* Risso*)*.

23. Sanderson, E. D. Journ. Econ. Entom. **3,** 1910 : 113.
24. Shelford, V. E. Ibid. **7,** 1914 : 229.
25. Pierce, W. D. Journ. Agric. Res., **5,** 1916 : 1183.
26. Peltier, G. L. and Frederick, W. I. ibid. **32,** 1926 : 147.
27. Dowson, W. I. Ann. Appl. Biol. **8,** 1921 : 83.
28. Waite, M. B., Gilbert, W. W. et al. U. S. Dept. Agric., Year-Book 1925 : 453.
28a. Shelford. V. E. Bull. Illinois State Nat. Hist. Survey 16 (5) 1927 : 307 — 340.
28b. Shelford, V. E. Laboratory and Field Ecology. Williams Wilkins Co, Baltimore Md. 1929.
29. Fernald, H. T. Journ. Econ. Entom., **8.** 1915 : 30.
30. Van Everdingen. E., abst. in Rev. Appl. Micol. **5,** 1926: 627.
31. Martin, W. H. New Jersey Agric. Expt. Stas. Bull. 384, 1923.
32. Milliard, W. A. Ann. Appl. Biol. **10,** 1923: 70.
33. Felt. E. P. Journ. Econ. Entom., **8,** 1915: 91.
34. Smith, R. C. and Davis, E. W. Journ. Agric. Res. **33,** 1926: 47.
35. Jones, L. R. Walker, J. C. and Monteith, J. ibid. **30,** 1925: 1027.
36. Jones, L. R. Johnson, J. Dickson, J. G. Wisconsin Agric. Expt. Sta. Res. Bull. 71, 1926. См. сводку работ по наблюдениям температур почвы в Висконзине.
37. Godfrey, G. H. Journ. Agric. Res. **33,** 1926: 223.
38. Hasper, E. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. **35,** 1925: 112.
39. Kirkpatrick, T. W. Tech. Conf. E. Africa Dependencies. Proc., 1926: 184.

Изменение срока посева. Теперь нам остается рассмотреть те культурные мероприятия, которые имеют целью обеспечить сохранность растений не путем увеличения устойчивости их и не путем борьбы с паразитами, а созданием обстановки, при которой сводится до минимума сама возможность развития вредителя. Нередко наблюдаются вспышки деятельности паразита, зависящие исключительно от определенной комбинации климатических условий и длящиеся

лишь более или менее короткое время. При нормальных условиях эти вспышки совпадают с периодом роста растения, когда оно наиболее восприимчиво к заболеваниям и повреждениям. Методы, к рассмотрению которых мы переходим, должны нарушить это совпадение и растение должно встретить надвигающуюся опасность в такой фазе своего роста, когда оно менее чувствительно к инфекции. Это в большинстве случаев достигается тем, что обеспечиваются условия, при которых растение вызревает раньше наступления периода наибольшего количественного развития вредителя.

Обычно применяемыми методами являются подходящая подготовка почвы под посев, обеспечивающая быстрое прорастание семян и интенсивный рост растений, соответствующее удобрение, но прежде всего регулирование сроков посева. Petherbridge (40) ясно указал на зависимость повреждений, причиняемых шведской мухой (*Oscinella frit* L.), от времени посева. В Англии озимые овсы и яровые, посеянные в начале марта, обычно остаются нетронутыми, в то время, как посеянные позже, именно в конце марта и апреля, бывают столь сильно заражены, что культура становится нерентабельной. Равным образом Frew (14) рекомендует ранний посев ярового ячменя, как предохранительное средство против зеленоглазки (*Chlorops taeniopus* Mgn.), советуя употребление таких туков, которые стимулируют рост и быстрое созревание колоса.

В случае, если растение очень нежно в молодом возрасте, результаты слишком раннего высева могут быть сведены к нулю медленным темпом роста весною. Severin (41), в случаях появления на сахарной свекловице курчавости листьев (Curly-top) — болезни, которая, повидимому, передается от больного растения к здоровому цикадкой *Eutettix tenella* Baker,—считает, что в Калифорнии, в местностях вне зоны туманов, ранняя высадка свекловицы является единственным действительным средством избежать крупных убытков, причиняемых этой болезнью. Если в момент массового появления насекомого растение достигнет достаточного роста, урожай может быть еще обеспечен.

Равным образом поздний осенний посев может сохранить растение нетронутым. Так Mc Kinney (42) говорит, что рано посеянная озимая пшеница более подвержена повреждениям *Helminthosporium sativum* P. K. et B., чем высеянная позже; это подтверждается результатами работ в опытных вегетационных сосудах, которые показали, что высокие температуры почвы повышают инфекцию. Howard (18) приводит аналогичный пример с повреждением пшеницы термитами в Бихаре (Индия). Если пшеница посеяна всего на несколько

дней раньше, озими быстро уничтожаются термитами, если же посев сделан двенадцатью днями позже и борозды не заборонены,—чем достигается охлаждение почвы вследствие испарения влажности,—вред, причиняемый насекомыми, ничтожен. Несколько более спорным является соотношение между временем посева озимой пшеницы и интенсивностью деятельности головни (болезни, причиняемой двумя близкими видами (*Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint и *T. laevis* Kühn). Обычно считают, что при раннем и позднем посеве деятельность паразита слабее, чем при посеве в промежуточный период. Литературу и общие взгляды на этот предмет свел Reed (43).

[Опыты, произведенные лабораторией А. А. Ячевского, приводят к заключению, что сроки посева имеют большое значение в отношении развития головни, в том смысле, что при ранних посевах яровых и поздних посевах озимых, под влиянием климатических условий период прорастания семян затягивается, что облегчает головневым грибкам заражение сеянцев. Наоборот, при дружных и быстрых всходах—при поздних посевах яровых и ранних посевах озимых,—сеянцы уходят от заражения и паразиты их не одолевают. Наоборот, по данным Л. Ф. Русакова более ранние посевы в местностях, подверженных сильному поражению ржавчиной, более целесообразны, так как в таком случае ржавчина появляется на более поздних стадиях развития и причиняет меньше вреда. *А. Я.*].

Созревание культуры до момента нападения вредителя обеспечивается также применением подходящих удобрительных туков. Dowson (27) указывает, что в Наироби (В. Африка), где имеются два периода дождей, возможно вызревание скороспелых сортов пшеницы в течение каждого из этих периодов. Благодаря этому удается избежать заражения пшеницы черной ржавчиной (*Puccinia graminis* Pers.), которая обычно появляется в более поздний период. Австралийская пшеница „Флоренция“, созревающая через четыре месяца после посева, высеянная достаточно рано, остается невредимой, а другой австралийский сорт „Бобс“, созревающий через шесть месяцев, всегда подвержен инфекции. Если „Флоренция“ высеяна двумя месяцами позже, т. е. должна вызревать одновременно с „Бобс“, то равным образом заражается и она. Butler (44) указывает, что скороспелые сорта земляного ореха, ввезенные в Индию, мало страдают от болезни „Тикка“ (*Septogloeum arachidis* Rac.) не вследствие своей наследственной устойчивости, а в виду того, что, благодаря своей скороспелости, они развивают плоды раньше, чем грибок проявит свое действие.

[Из вредных насекомых серьезные данные были получены в СССР и в Америке по отношению к гессенской мушке (*Mayetiola*

destructor Say), поражающей осенью озимые посевы. Общая идея такова, что необходимо произвести посев в тот момент, когда лет уже кончился, но, конечно, еще тогда, когда остается достаточно времени для прорастания и укоренения высеянных озимых. Работами Полтавской опытной станции (З н а м е н с к и й, 46), такие безопасные сроки были установлены для разных частей СССР, как это изображено на прилагаемой карте (рис. 1). Однако, ставить вопрос об обязательности этих сроков так резко, как это делал З н а м е н с к и й, нельзя, так как: 1) сроки эти могут вариировать в зависимости от года, 2) несмотря на большую повреждаемость посевов ранних

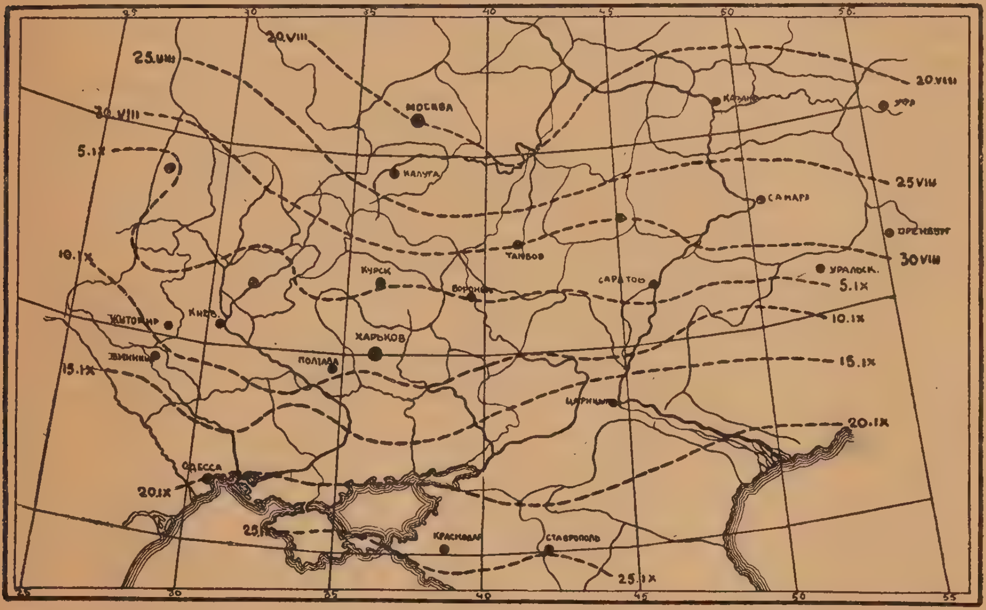


Рис. 1. Карта наиболее ранних безопасных сроков посева — безопасных от заражения гессенской мушкой (по Знаменскому).

сроков, они, все-таки, оказываются более урожайными, очевидно, в зависимости от улучшенных условий посева (Р а х м а н и н о в, 47). Таким образом, целесообразное применение этой меры, очевидно, должно ограничиться лишь годами действительно массового размножения гессенской мушки, когда она губит нацело или почти нацело ранние посевы и, таким образом, является более выгодным получить хотя бы уменьшенный, но верный урожай. В Америке, где наиболее полные данные имеются по штатам Иллинойс (48) и Канзас (49), положение более благоприятно, так как наиболее урожайный срок оказывается вместе с тем и наименее повреждаемым гессенской мушкой; как видно из этого, вопрос об осенних сроках посева просто не решается и должен быть согласован с вопросом

о действии обработки и др. агрикультурных приемов, а также и с хозяйственно-экономическими моментами (ср. 46).

Для яровых советуются более ранние сроки посева. Идея этой меры такова, что растение успеет окрепнуть и сделаться недоступным для нападения вредителя, или же такое нападение будет перенесено без вреда. Возможно ранний срок посева оказывается наиболее благоприятным для урожая, и поэтому определенно может быть рекомендован для ячменя и др. злаков, как для юга, так и для нечерноземной полосы (46, 49, 50, 51), как мера предохранения от повреждений шведской мушкой (*Oscinosoma frit*) и зеленоглазкой (*Chlorops taeniopus*), тем более, что вред от них в некоторых местах настолько силен, что делает невозможным посевы ячменя и пшеницы.

Иное положение наблюдается в тех случаях, когда вредитель зимует во вредящей стадии, и поэтому труднее опередить его развитие ранним высевом. Таковы льняные блошки (*Aphthona euphorbiae* Schr., *Longitarsus parvulus* Payk.) блошки крестоцветных (*Phyllotreta* spp.) и некоторые другие вредители. Здесь сроком, при котором посев менее повреждается, является поздний, но вследствие меньшей урожайности он рекомендован быть не может и приходится обращаться к другим средствам защиты (46). *И. Ф.*].

В Англии часто наблюдалось, что морковь, посеянная рано, т. е. в марте, сильнее повреждается личинками морковной листоблошки (*Psila rosae* F.), чем при позднем посеве, т. е. в мае. Fryer (45) приписывает это тому обстоятельству, что первое поколение морковной мухи частично вымирает к тому времени, когда посеянная в мае морковь начинает пробиваться сквозь землю, — стадия роста, когда муха проявляет свою деятельность.

40. Petherbridge, F. R. Journ. Min. Agric. **30**, 1924: 925.
41. Severin. H. H. P. Journ. Econ. Entom. **16**, 1923: 479.
42. Mc Kinney. H. H. Journ. Agric. Res. **26**, 1923: 195.
43. Reed. G. M. Phytopath., **14**, 1924: 437.
44. Butler, E. J. Agric. Journ. India, **9**, 1914: 59.
45. Fryer J. C. F. Welsh Journ. Agric., **1**, 1925: 190.
46. Знаменский, А. В., Насекомые, вредящие полеводству. т. I, Полтава 1926.
47. Рахманинов, А. Н. Новейш. дост. и персп. в обл. агрономии. Изд. ГИОА. 1929.
48. Flint W. P. and Larrimer W. H. Bull. Illinois N. H. Survey **17** (11), 1928.
49. Mc Colloch J. W. 1923. Kansas Agr. Exp. Sta., Tech. Bull. 11, 1923; Journ. Econ. Ent., 18, 1925.
50. Тр. Полт. Оп. Ст. 33, 1921.
51. Сахаров, Н. Л. Журн. Оп. Агр. Юго-Востока 1927.
52. Щеголев, В. Н. Агрикультурные приемы борьбы с вредителями зерновых хлебов на С. Кавказе. Изд. „Сев. Кавказ“ Ростов н/Д. 1929.

ГЛАВА IV

Фунгисиды и инсектисиды.

Идея нанесения какого либо яда на поверхность листвы, чтобы избежать вреда, причиняемого насекомыми, должна была зародиться уже у первых наблюдателей этого явления. Возможно также, что было давно уже открыто, что применение некоторых веществ при появлении паразитного грибка на поверхности листьев давало возможность убивать последний. Ранняя история химического метода поэтому утеряна. Очевидно, много материалов было испытано наудачу, пока не отсеялись современные, хорошо действующие вещества.

Целый ряд веществ, вроде настоев горьких или пахучих трав, был испытан в надежде получить если не убивание, то хотя бы отпугивание вредного насекомого вкусом или запахом. Систематическое употребление фунгисидов началось после того, как Millardet в 1882 году случайно открыл действие известково-медной смеси. Теперь инсектисиды или фунгисиды применяются также с двоякою целью: убить вредителя или защитить растение — просто механически или путем отпугивания вредителя.

Чтобы убить вредный грибок, обычно необходимо непосредственное прикосновение к нему убивающего вещества. Для наружных паразитов это легко достижимо, для внутренних оно ограничивается или выдвигающимися наружу плодовыми телами, или стараются убить споры до заражения растения. Но как только эндофитный гриб проник внутрь растения, его уже невозможно убить какими либо веществами, действующими снаружи. В этом случае приходится сосредоточить внимание на защите растения от проникновения споры и, соответственно, применять фунгисид.

Инсектисиды обычно классифицируются по способу действия их на насекомое. Против насекомых с грызущими ротовыми органами,

поедающих растительные ткани, обычно употребляются „кишечные яды“, которые поедаются вместе с пищей и убивают насекомое путем действия на пищеварительные органы. Против насекомых с сосущими ротовыми органами, высасывающих из растений соки, употребляются „контактные яды“, убивающие путем соприкосновения и действующие через стенку тела. В эту же группу должны быть отнесены вещества, убивающие яйца, иногда называемые „овисидами“. Летучие химические вещества могут действовать на насекомое и без непосредственного контакта, через воздух, путем „фумигации“. „Отпугивающие вещества“ стремятся сделать растение для насекомого невкусным — так или иначе непригодным.

Эта классификация, конечно, совершенно условна и одно и то же вещество может оказаться в нескольких категориях. Так, никотин, обычно считающийся контактным ядом, может действовать и через кишечный канал, может быть употребляем для фумигации и может отпугивать вредителя. Кроме того, весьма возможно, что многие контактные яды действуют благодаря медленному испарению через дыхательную систему; таким образом, они являются собственно фумигантами, хотя наносятся на растение в жидком или твердом состоянии.

[Наряду с отравляющим действием на вредителей многие инсектофунгисиды обладают также и стимулирующим действием в отношении растений. Действие инсектисидов здесь вполне аналогично действию, например, наркотиков (никотина, спирта, кофеина) на человека. В малых дозах эти последние, как известно, возбуждают деятельность организма, а в больших приводят к отравлению. Согласно теории М. Попова, стимулирующее действие оказывают соединения, обладающие свойством восстановителей; самое явление стимуляции он приписывает усилению работы окислительных ферментов в клетках после временного отнятия у последних кислорода под влиянием стимуляторов. Обыкновенно стимуляторы применяются в виде растворов или в паро-газообразном состоянии путем промачивания или окуривания семян и т. п. Эти факты подробнее будут изложены ниже. *А. П.*]

По тому, в каком виде вещество наносится на растение, мы можем различать:

1) Опрыскивание, когда вещество наносится в жидком виде — в виде раствора, суспензии или эмульсии.

2) Опыливание, когда вещество наносится в сухом, мелкораздробленном виде — в виде мелкого порошка, или поглощенное другим мелким порошком — „переносчиком“ (Carrier).

3) Фумигация, когда яд употребляется в газообразном виде.

4) Отравленные приманки, когда приготовляется какая либо смесь, приманивающая насекомых, и смесь эта отравляется.

Из них теперь более всего употребляется опрыскиванье.

Опрыскивание. Первое требование к опрыскиванию то, что оно должно не только быть действительным против вредителя, но и безвредным для растения. Большая или меньшая восприимчивость к повреждению обычно различна в разных возрастах растения. Вещество, употребляемое при опрыскивании против насекомого, вредящего листве, не должно вредить последней, но если дело идет об истреблении яиц на стволе дерева или какой либо другой зимующей стадии, то вопрос не является столь острым. Таким образом можно отличить „летнее опрыскивание" во время вегетации растения и „зимнее опрыскивание" [1]), во время отсутствия зеленой листвы.

Третье условие — это полное покрытие поверхности, подлежащей опрыскиванию. Контактный инсектисид должен войти в тесное соприкосновение с тем насекомым, которое он должен убить, защитный — должен покрыть всю поверхность листа.

Если инсектисид является защитным или кишечным ядом, то он должен хорошо держаться на поверхности растения. Если он будет осыпаться, смываться дождем или изменяться химически, давая безвредное вещество, то действительность опрыскивания уменьшается.

Таким образом, приходится заботиться:

1) о токсическом действии на насекомое или грибного паразита;

2) о безвредности для растения;

3) о покрывании всей поверхности растения, насекомого или гриба;

4) в некоторых случаях — об образовании при высыхании сплошной пленки:

а) держащейся на растении,

б) более или менее постоянной при воздействии атмосферных условий.

Токсическое действие на вредителя и на растение зависит от употребленных химических веществ и будет рассмотрено вместе с последними. Яд может быть употребляем в виде эмульсии, суспензии или раствора, который не только должен обладать хорошей покрывающей способностью, но после высыхания обычно должен удовлетворять условиям 4-го требования. К счастью, обычно удается удовлетворить оба эти требования путем прибавки некоторых веществ.

---

[1]) По английски часто „dormant spray" — опрыскивание во время периода сна.

Ясно, что эти прибавки не должны изменять свойства жидкости в сторону уменьшения токсичности для вредителя или увеличения повреждения растения. Эти вещества, помогающие растеканию (spreaders) или приклеиванью (stickers) инсектисида или фунгисида, мы теперь и рассмотрим.

Ингредиенты, способствующие смачиванию. Эти вещества прибавляются не только, чтобы дать возможность покрыть ядовитой жидкостью поверхность растения целиком, но и для того, чтобы дать жидкости возможность войти в тесный контакт с насекомым или грибком. Хорошо известно, что капли дождя или росы не смачивают листья капусты, а остаются на их поверхности ввиде больших капель воды, которые скатываются, не замочив листа. То же может случиться и с ядом: или он скатится совсем прочь, или соберется в большие капли, которые после высыхания отравят лишь небольшую часть поверхности листа. Первым веществом, употреблявшимся для избежания этого, было:

Мыло. В 1821 году Robertson (1) установил (еще до того, как была выяснена причина заболевания), что сера является единственным верным средством против мучнистой росы персика. „Она должна быть смешана с мылом, а затем с силой разбрызгана на дереве при помощи пульверизатора, употребляемого для роз".

По химическому составу мыла представляют разнообразные соли щелочных металлов и высокоатомных жирных кислот. Твердые мыла обычно представляют собой натровые, а жидкие — калийные соли жирных кислот. Для увеличения смачивающей способности годятся всякие мыла, но калийные считаются более подходящими, в силу более легкой растворимости.

Жирные кислоты в мыловаренной промышленности добываются из весьма различных твердых и жидких жиров, которые все представляют собой глицериды жирных кислот. Мыла, употребляемые в домашнем хозяйстве, приготовляются из сравнительно чистых животных и растительных жиров. Вследствие спроса на более дешевые мыла для опрыскивания, главным образом в Америке, были использованы мыла из неочищенных или необработанных продуктов, содержащих жиры. Так „рыбные" мыла делаются из дешевых селедочных жиров или из ворвани (китового жира). Часто также употребляется смола, которая с щелочами образует „смоляное мыло", состоящее, главным образом, из щелочных солей абиетиновой кислоты. Собственно говоря, это конечно не настоящее мыло, но оно часто употребляется, как суррогат или примесь к последнему.

Мыла с основаниями кроме щелочных образуют нерастворимые соединения, благодаря чему их нельзя прибавлять ко многим сме-

сям, употребляемым для опрыскивания. Кроме того, благодаря этому при приготовлении смеси не годится жесткая или солоноватая вода, так как соли кальция и магния, которые в ней содержатся, уменьшают способность к смачиванию и образуют творожистый осадок, мешающий при опрыскивании. Калийные мыла образуют более жидкий осадок, менее закупоривающий наконечники опрыскивателя.

Следует упомянуть еще о „крахмалистых мылах", получаемых при действии щелочей на крахмалистые или белковые вещества, как-то зерна или отруби кукурузы, ячменя и т. п. Эти вещества, собственно, не мыла, а щелочные соли аминокислот, повидимому, не дающие осадка в присутствии солей кальция и магния. Пока они еще не применялись при опрыскивании.

Сапонины. Эти вещества принадлежат к группе глюкозидов, то есть веществ, которые путем гидролиза или действием особых ферментов расщепляются на сахара и другие составные неуглеводные части — сапогенины. В связи с этим их прибавляют к газированным напиткам, чтобы они лучше пенились; последнее время их применяют также в дающих пену огнетушителях. Для опрыскивания их, повидимому, впервые применили Bedford и Pickering (2).

Сапонины имеются в весьма многих растениях, но главным источником продажного сапонина являются внутренние части коры мыльного дерева (*Quillaja saponaria* Molin) и мякоть плода *Sapindus utilis*, дерева, обычного в Алжире. В чистом виде сапонины оказываются слишком дорогими, почему упомянутые авторы рекомендуют применение коры *Quillaja*, а Gastine (3) — порошок из плодов *Sapindus*. В настоящее время на рынке имеется ряд препаратов сапонина, подходящих по цене, тогда как для опытов употребляются более чистые препараты.

Дериваты казеина. Многие растворимые производные альбуминов или казеина увеличивают смачивающую способность воды. Vermorel и Dantony (4) предложили казеин, сравнительно дешевый и обычный отброс, для улучшения смачивания при основных Бордосских смесях. Этот материал оказался вполне подходящим и многие препараты казеина употребляются теперь при опрыскивании.

Казеин — это растворимый альбуминоид молока, который отделяется от сыворотки прибавлением сычужного фермента или кислот. Он нерастворим в чистой воде, но растворяется в воде с содержанием окисей щелочных и щелочноземельных металлов, а также щелочных солей, как то бура — натриевая соль пироборной кислоты $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, или в фосфорнокислых щелочах, из коих самая обычная — кислый фосфорнокислый натрий $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$.

Казеин поэтому можно прямо употреблять в смеси с инсектисидами полисульфидной группы или с Бордосскими смесями, имеющими щелочную реакцию. Однако, казеин растворяется слишком медленно, и потому появился ряд препаратов, более легко растворимых. Из них наиболее важны „известковые казеины“ или казеинаты кальция — порошкообразные смеси казеина и едкой извести в разной пропорции.

Robinson (5) предложил употреблять просто молочную сыворотку, как более дешевую. Он прибавлял сыворотку к воде в опрыскивателе, а затем прибавлял едкую или свежегашеную известь для нейтрализации кислоты сыворотки; после этого прибавлялся инсектисид.

Желатин. Этот протеин предложили Vermorel и Dantony (4) для кислых Бордосских смесей. Хотя он и не приобрел популярности известкового казеина, но имеет ряд преимуществ. Химически он более неизменен, чем упомянутые вещества, кроме, вероятно, сапонина, но как и последний слишком дорог для массового употребления. Это возражение может быть обойдено, благодаря употреблению более дешевых или нечистых продуктов вроде столярного клея.

[*Приклеивающие вещества.* Для этого был предложен целый ряд материалов. Большая их часть — вещества типа клея, долженствующие приклеить отдельные частицы яда. Для этого предлагались: клейстер, разного рода крахмалы, камеди — например, гуммиарабик, декстрины, черная патока (мелясса), сахар. Клейстер и крахмал оказались даже сами по себе действительными против красного клещика (*Tetranychus* — Parker — 5a); они не ядовиты, но убивают клещика, приклеивая его к листу. Патока особенно часто употребляется в смеси с фунгисидами, содержащими медь (см. стр. 90). Приклеивание имеет особенно важное значение для обмазок, подробнее описанных ниже (см. стр. 175).

Масла. Высыхающие масла, как, например, льняное, предлагал Berger (5b) для приклеивания частиц Бордосской смеси. Hood (5c) предлагает масло из ворвани, также принадлежащее к числу высыхающих. Приклеивание получается весьма прочное, несравненно более прочное, чем с другими веществами, однако, пока недостаточно известно о действии такой плотной масляной пленки на растение и ничего — о поедании яда насекомым. *И. Ф.*]

1. Robertson, J. Trans. Hort. Soc. London **5**, 1824 : 175.

2. Bedford, D. and Pickering, S. P. II Rep. Woburn Exp. Fruit Farm, 1910 : 159.

3. Gastine, Comptes rendus **152**, 1911 : 532.

4. Vermorel, V. et Dantony, E. ibid. **156**, 1913 : 1475.
5. Robinson, R. H. Journ. Econ. Ent. **17**, 1924 : 396.
5a. Parker, W. B. U. S. Dept. Agric. Bur. Entom. Circ. 166, 1913.
5b. Berger, E. W. Florida State Hortic. Soc. Proc. 30, 1917 : 44.
5c. Hood, C. E. U. S. Dept. Agric. Bull. 1926, 1439.

Действие ингредиентов. Еще нет вполне исчерпывающих объяснений механики действия этих веществ, но проблема покрывания связана с хорошим смачиванием поверхности. Обе проблемы не вполне одинаковы (Woodman 6), но, чтобы хорошо покрыть данную поверхность, жидкость должна прежде всего хорошо смочить ее. Если это достигнуто, то покрывание зависит более всего от подвижности жидкости.

Возможно, что смачивание зависит от ряда факторов, но один из них, несомненно, — поверхностное натяжение смеси. То, что капля воды на листе капусты сохраняет сферическую форму, как будто она стягивается эластической пленкой, зависит от силы, известной под именем поверхностного натяжения. Таким образом, возможность смачивания какой-нибудь твердой поверхности зависит от трех поверхностных натяжений: 1) между жидкостью и воздухом — T_1, 2) между твердой поверхностью и воздухом — T_2 и 3) между жидкостью и твердой поверхностью — $T_{1.2}$. Первое и третье будут стремиться придать капле сферическую форму, второе — расплющить ее. Если вторая сила больше двух остальных, т. е. $T_2 > T_1 + T_{1.2}$, то капля будет растянута в пленку, покрывающую поверхность.

Экспериментальное подтверждение этого невозможно, так как пока нет методов измерить натяжение между твердым телом и жидкостью, или твердым телом и воздухом. Cooper и Nuttall (7) экспериментально подтвердили эти положения по отношению к смачиванию мылом поверхности несколько иного рода, — покрытой тонкой пленкой касторового масла. Из приведенной формулы ясно, что в то время, как T_2 подлежит нашему контролю, T_1 должно быть возможно мало. Однако, этот метод вполне оправдался лишь для мыльных растворов слабых концентраций. Возможно, что способность к смачиванию менее зависит от поверхностного натяжения, чем от вязкости на поверхности (8).

Эта вязкость зависит от концентрации растворенного вещества на поверхности жидкой смеси. Дело в том, что когда поверхностное натяжение смеси уменьшается, благодаря прибавке какого-нибудь растворенного вещества, то из термодинамических соображений ясно, что последнее становится более концентрированным на поверхности, т. е. поверхность адсорбирует растворенное вещество. Это

обстоятельство не только изменяет поверхностное натяжение, но может изменять и вязкость на поверхности. Смачивающая способность растворов сапонина, которая выше, чем можно было бы ожидать на основании их поверхностного натяжения, приписывается вязкости этого рода, так как образующаяся пленка препятствует жидкости разбиваться на капли.

Нет еще вполне удовлетворительных методов для определения способности жидкости к смачиванию. Кроме определения поверхностного натяжения, пробовали также определять способность жидкости к образованию эмульсий и к способности пениться. Оба эти свойства стоят в близкой связи со способностью к смачиванию. Образование прочной пены указывает на то, что у жидкости 1) низкое поверхностное натяжение и 2) высокая вязкость на поверхности. В слабых мыльных растворах действует, главным образом, первое, в растворах сапонина — второе.

Однако, сомнительно, чтобы даже точное определение способности к смачиванию по отношению к какой-либо определенной поверхности имело бы большое практическое значение, ввиду того, что поверхности, подлежащие смачиванию, очень разнообразны. Должны быть хорошо смочены хитиновые поверхности насекомых, плотные массы конидиеносцев и конидий грибков (9). Наконец, само растение, как подчеркивает Robinson (10), имеет весьма различные поверхности, — все они должны быть смочены. Например, на яблони мы имеем гладкую верхнюю и волосистую нижнюю поверхность листьев, незрелый плод, покрытый восковым налетом, гладкую и морщинистую кору ветвей; все эти поверхности будут иметь разное натяжение и по отношению к воздуху и по отношению к жидкости. Mòore (11) приписывает увеличение смачивающей способности при прибавлении разных дериватов протеина уменьшению натяжения между твердым телом и жидкостью. Он думает, что прибавление вещества химически родственного к веществам поверхности листа увеличивает адсорбцию этого вещества поверхностью. Ясно, что решающим фактором будут тогда свойства той поверхности, которая должна быть опрыскана.

Приклеивающие вещества предназначены для улучшения приклеивания яда к поверхности листьев насекомаго или грибка. Первоначально они употреблялись, когда необходимо было, чтобы на листе остался осадок, который иначе легко может быть удален дождем, росой или ветром, так что опрыскиванье защитит растение на меньшее время, чем это предполагалось. Обычно дело касается суспензий или растворов, образующих при высыхании пленку, действующую против гриба или насекомого. В случае суспензии дело зави-

сит от тонкости порошка: чем меньше частицы, тем труднее их смыть; поэтому возможная мелкость размола является основным требованием для таких инсектисидов.

Прибавка ингредиентов должна вместе с тем улучшить распыление жидкости, чтобы она не собиралась в капли, которые скатываются с листвы, и, если высыхают, дают более крупные скопления яда, которые легче удаляются с листвы. Таким образом, вещества, прибавляемые для улучшения покрывающей способности, вместе с тем улучшают и приклеивание.

Известное значение имеет вопрос об электрическом заряде листа; оказалось, что он заряжен отрицательно (Moore 11). Хорошо известно, что частицы некоторых коллоидальных суспензий несут известный электрический заряд: частицы коллоидальной серы и сернистого мышьяка заряжены отрицательно, т. е. двигаются к аноду, если ток пропускается через жидкость; частицы коллоидальной окиси железа или меди несут положительный заряд, так что двигаются к катоду. В большей части современных смесей частицы заряжены отрицательно, а потому поверхность листьев их отталкивает. Moore считает, что прилипание улучшилось бы, если бы частицам мог быть сообщен положительный заряд. Он показал, что мышьяковокислое железо, частицы которого заряжены положительно, прилипает лучше чем мышьяковокислый свинец, частицы коего несут отрицательный заряд.

Мы видели, что вещества, прибавляемые для улучшения покрывающей способности, вместе с тем улучшают и приклеивание ядовитого остатка к поверхности растения. Кроме того, имеется по меньшей мере еще два обстоятельства, улучшающие смесь. Прежде всего частицы суспензии или совсем не оседают или оседают медленнее. На практике толчки машины или механическое перемешивание достаточно обеспечивают от оседания большую часть смесей. Но в некоторых смесях, твердые частицы которых обладают высоким удельным весом, как, например, в случае с мышьяковокислым свинцом, дополнительная страховка отнюдь не является излишней.

Весьма возможно, что в этом случае ингредиент является эмульсоидом, окружающим частицы суспензоида, т. е. инсектисида, как это имеет место в других коллоидальных смесях. Такие частицы можно рассматривать, как сферы жидкости с твердым ядром: оседание таких частиц в жидкости будет подчиняться формуле Стокса:

$$v_1 = \frac{2gr^2(\rho-1)}{9\eta},$$

где η — вязкость воды, r радиус частицы, ρ — плотность частицы, g — некоторая постоянная; плотность воды принята равной единице. Если частица будет окружена оболочкой жидкости толщины a и считая, что плотность и вязкость воды не изменились от прибавки ингредиента, мы будем иметь:

$$v_2 = \frac{2g(r+a)^2(\rho_1 - 1)}{9\eta},$$

где ρ_1 будет плотность твердой частицы, окруженной жидкостью, удельный вес которой также принят за единицу, т. е. вес частицы и жидкости деленной на их объем:

$$\frac{\frac{4}{3}\pi \cdot r^3\rho + \frac{4}{3}\pi[(r+a) - r^3]}{\frac{4}{3}\pi(r+a)^3} = \frac{r^3\rho + [(r+a)^3 - r^3]}{(r+a)^3}$$

откуда:

$$v_2 = \frac{2}{9}g\frac{(v+a)^2}{\eta}\left[\frac{r^3\rho + [(r+a)^3 - r^3]}{(r+a)^3} - 1\right] = \frac{2}{9}g\frac{r^3(\rho - 1)}{\eta\,(r+a)},$$

то есть:

$$v_1 : v_2 = (r+a) : r,$$

иначе говоря, скорость падения частицы, окруженной сферой из жидкости, будет обратно пропорциональна диаметру частицы, окруженной слоем жидкости; чем больше налипло жидкости, тем медленнее падение.

Этот результат основан на том, что плотность и вязкость жидкой основы смеси не изменяется от прибавления ингредиента. Однако, Woodman (6) показал, что вязкость очень изменяется при прибавлении желатина, хотя плотность изменяется очень слабо. При температуре 23,6° С оказалось:

% желатина	Плотность	Прилипло в количестве *куб см*	Абсолютная вязкость
0,0	0,99740	0,0284	0,00922
0,2	0,99798	0,0492	0,01203
0,4	0,99843	0,0767	0,02279
0,6	0,99868	0,1431	0,08730

Из формул v_1 и v_2 ясно, что увеличение вязкости также будет способствовать уменьшению скорости падения частиц в растворах желатина, так как последняя обратно пропорциональна вязкости.

Другим фактором, влияющим на эффективность опрыскивания, является количество ядовитого материала, удержанного опрысканной поверхностью. Обычно это не имеет большого значения, так

как можно регулировать содержание яда в смеси по потребности, но, как видно из вышесказанного, можно регулировать этот фактор еще и другим способом, а именно путем изменения вязкости. Среднее количество задерживающейся жидкости увеличивается с увеличением вязкости, так что увеличивается и количество прилипающего яда. Таким образом, ингредиенты, смачивающие поверхность растения вследствие уменьшения поверхностного натяжения, увеличивают количество смеси, а следовательно, и яда, удерживаемого растением.

6. Woodman, R M. Journ. Pom. Hort. Sci., 4, 1925: 38.
7. Cooper, W. F. and Nuttall, W. H. Journ. Agric. Sci. 7, 1915: 219.
8. Vermorel, V. et Dantony, E. Comptes Rendus 154, 1912: 1300.
9. Eyre, J. V. and Salmon, E. S. Journ. Agric. Sci. 7, 1916: 473.
10. Robinson, R. H. Journ. Agric. Res. 31, 1926: 71.
11. Moore, W. Minnesota Agr. Exp. Sta., Tech. Bull. 2, 1921.

Опыливание. [Этот способ представляет собой нанесение яда на растение в сухом виде, в форме мелко раздробленного порошка при помощи особых аппаратов — опыливателей. Этот способ имеет ряд практических преимуществ, но раньше применялся мало, хотя опыливание серным цветом против мучнистой росы введено еще в 1846 году. У нас оно широко применялось также против красного клещика на хлопке, в Ср. Азии и в Закавказьи]. Первые опыты применения других инсектисидов были неудачны и только с 1912 года интерес к этому методу возобновился и теперь ряд других инсекто- и фунгисидов может быть используемым этим способом. Во многих случаях, особенно в С. Америке, опыливание положительно вытесняет опрыскивание (см. Лебедев 13). *И. Ф.*].

При этом способе во первых совершенно исчезает забота о воде, выигрывается стоимость транспорта и сводится на нет риск очутиться без воды. [Это особенно существенно в сухих степях нашего юга, где зачастую, как, например, при борьбе с саранчей, воду приходится подвозить издалека. *И. Ф.*]. Во вторых материал может быть получен совершенно готовым к употреблению и исчезает необходимость смешивания и связанная с этим потеря времени и труда, и экономится стоимость нужной для этой операции аппаратуры. [Опыливание данной площади идет несравненно быстрее, чем опрыскивание, поэтому в случае неотложной необходимости материал может быть быстро и немедленно пущен в ход. *И. Ф.*].

[Поэтому понятно употребление опыливания в тех случаях, когда вследствие особенностей биологии вредителя необходим особенно короткий срок для применения инсектисида, как мы имеем это, например, с виноградной листоверткой в Закавказьи (Принц 12). Наконец, аппаратура легче и соответственно уменьшаются расходы по эксплоатации. *И. Ф.*]. Нет, впрочем, никаких оснований предполагать

что опыливание будет во всех случаях столь же эффективно как опрыскиванье, но иной раз это несомненно будет так, ввиду хотя бы того, что легкие частицы порошка медленнее оседают в воздухе, так что лучше проникают в густую листву.

Однако, легкость пыли не дает возможности работать при ветре; часто опыливание неприменимо при таких условиях, когда опрыскивать еще возможно. Далее, облако тонкой пыли затрудняет положение рабочих [так что в некоторых случаях приходится применять даже маски для защиты от отравления при вдыхании; но и они, конечно, не спасают от проникновения пыли под одежду, так что может получиться отравление через кожу или разъедание кожи едким инсектисидом. Впрочем эти опасения по некоторым данным сильно преувеличены и особого вреда пыль не приносит. *И. Ф.*]. Прилипание частиц в общем хуже, чем при опрыскивании, особенно, если принять во внимание употребление ингредиентов. Часто опыливание удачно только в том случае, если оно производится, когда листва мокра от дождя или росы.

[Далее, материала выходит больше, чем при опрыскивании вследствие необходимости поддерживать известную густоту и равномерность выпускаемого пылевого облака. Этот расход, впрочем, можно уменьшить путем прибавления к смеси безразличных порошкообразных „наполнителей". Для этого употребляются легко размалываемые вещества, вроде извести, каолина, гипса, инфузорной земли, обычно в пропорции 3 частей на 1 часть яда, но иногда даже 10 на 1. Л е б е д е в (13) высказывает предположение, что для этого могут быть применены минералы, идущие на изготовление цементов: мергель, доломитовые известняки, а также самый цемент. Наконец, и самый материал стоит дороже, вследствие необходимости особо мелкого размола и связанной с этим дополнительной обработки яда. Так как большая часть инсектисидов обладает известной гигроскопичностью, то необходимо держать их в герметической посуде; благодаря этому же при работе часто происходит слипание частиц в комочки и засорение опылителя. *И. Ф.*].

Следует, впрочем, помнить, что метод опыливания получил свое развитие только в совсем недавнее время. Техника и аппаратура естественно еще не успели так усовершенствоваться, как для опрыскивания. Поэтому последнее слово при сравнении этих двух методов еще не может быть сказано.

[Благодаря опыливанию стало возможным применение совершенно нового метода, а именно опыления с аэропланов. У нас этот метод разработан, главным образом, Научно-исследовательской лабораторией Наркомзема. Аэропланы применялись, главным образом,

против азиатской саранчи на С. Кавказе и в Казакстане (см. 14, 15, 16), но также и против лесных вредителей: монашенки и непарника (*Porthetria monacha* L. и *P. dispar* L.) в Нижегородской губ. (17), дубовой листовертки (*Tortrix viridana* L.) в Ср. Поволжьи и кедрового коконопряда (*Dendrolimus sibiricus* Tshvr.) в В. Сибири. Заграницей это дело развилось особенно в Америке, где аэропланы применяются против лесных вредителей (18, 19), вредителей хлопка (20, 21), малярийных комаров (22) и ряда других вредителей, а также для опыливания серным цветом злаков от ржавчины. В З. Европе их применяли в Чехии и Германии почти исключительно против лесных вредителей (Escherich 23).

Счастливым обстоятельством, и притом довольно неожиданным, оказалось, что пыль, выпускаемая с аэроплана, очень хорошо прилипает к растительности, гораздо лучше чем при опыливании с земли. Повидимому, пылевые частицы выпускаемые с аэроплана электризуются положительно, вследствие чего и происходит их прилипание к отрицательно заряженной листве.

В Америке этот способ можно считать приобревшим все права гражданства: там имеются специальные компании, которые берут на себя за известную плату опыливание против хлопкового долгоносика, с ответственностью за результат. У нас, а тем более в З. Европе, несмотря на ряд достижений, иногда блестящих, вопрос еще не может считаться окончательно вышедшим из стадии опытов. Пока что, в наших условиях, аэропланный способ обходится значительно дороже наземных, благодаря, во первых, крайней дороговизне эксплоатации и особенно амортизации авиоимущества, а во вторых—благодаря тому, что вследствие большой быстроты аэроплана нет возможности опылить точно только ту площадь, которая заражена вредителем, а приходится захватывать и соседние; этого можно, конечно, легко избежать при наземных способах борьбы. Поэтому применение аэропланов целесообразно только в тех случаях, когда 1) имеется очень большая площадь, равномерно зараженная вредителем; 2) вредитель гнездится в недоступных местах, как например,—саранча или малярийные комары в недоступных плавнях или болотах; 3) необходима срочная и быстрая обработка данной площади. *И. Ф.*]

12. Принц, Я. И. Мат. по вред. и болезням винограда. Вып. 1, Тифлис 1925.

13. Лебедев, А. Г., Захист Рослин № 5/6 1925.

14. Коротких, Г., Парфентьев, И. А. и др. Труды Н. Ис. Лаб. Отр. Вещ. 1 : 33 и след.

15. Пухов, Б. А., Парфентьев, И. А. и др. Там же вып. 3 : 5 и след.

16. Свириденко, П. А. Изв. Сев. Кав. С. З. Р. 1 : 81.

17. Михайлов-Сенкевич, Я. М. Труды Н. И. Лаб. Отр. вещ. 3 : 99.

18. Fracker, S. B. and Granovsky, A. A. Journ. of Forestry 26, 1928 : 12.

19. Neillie, C. R. and Houser, J. L. Nat. Geographic Mag. 41, 1922 : 232.
20. Codd, B. R., Johnson, E. and McNeil, G. L. U. S. Dept. Agric. Bull., 1204, 1924.
21. Post, C. B. Georgia St. Coll. Agric Bull., 301, 1924.
22. King, W. V. and Bradley, G. H. U. S. Dept. Agric. Circ 367, 1926; Cook, S. S. and Williams, L. L. Southern Med. Journ., 21, 1928 : 754.
23. Escherich, K. Flugschr. D. Ges. angew. Ent., 12, 1929.

Фумигация. Употребление ядовитых газов и паров сильно отличается от применения жидкостей или твердых тел, поэтому техника его будет разобрана ниже в соответственной главе (стр. 193).

Отравленные приманки. [Этот метод в СССР, Америке, Ю. Африке и в Судане широко применяется для борьбы с саранчевыми (24). Действующим началом обычно являются мышьяковистые соединения, особенно мышьяковистокислый натрий, а в новейшее время также фтористые соединения. Субстратом служат отруби, древесные опилки, навоз, жмыхи и т. п. материал. Американцы прибавляют сладкие вещества, главным образом, меляссу и амилацетат, повидимому,—без чувствительного улучшения результата. Подобные же приманки применяются против подгрызающих совок (25) и ложно-проволочников (26) в Америке. Опыты с последними были и у нас (27).

Неоспоримым преимуществом приманок является простота их применения. Никакой сложной и легко портящейся аппаратуры не требуется, достаточно иметь брезент или обрез для смешивания смеси. Разбрасывать можно руками. Растительность абсолютно не страдает. Расход яда невелик. Такой примитивный способ наиболее подходит при индивидуальном хозяйстве и при непосредственной заинтересованности населения. Для более крупных масштабов борьбы были предложены специальные машины для смешивания приманки, чем простота дела несколько уменьшается. Возможно, что при сверхкрупном механизованном хозяйстве, к которому намечен у нас переход, приманки потеряют свою выгодность, и другие методы, прежде всего опыление, окажутся более выгодными. *И. Ф.*]

24. Уваров, Б. П., Саранча и кобылки. Изд. „Хлопкового дела“ Москва, 1927; английское издание 1928.
25. Walton, W R. Farmer's Bull. 739, 1922.
26. Mc Colloch, G. W., Journ. Ec. Entom., 12, 1919: 183.
27. Щеголев, В. Н. Рост. Нах. Обл. с.-х. оп. ст. Бюлл. 195, 1925.

ГЛАВА V

Фунгисиды.

Среди грибков имеются две большие группы, против которых с успехом могут быть применены фунгисиды: во первых, эктофиты, проводящие большую часть своей жизни на поверхностных частях растения—они легко убиваются соприкосновением с химическими веществами; во-вторых, эндофиты, которые проводят большую часть своей жизни внутри тканей растения; эти грибки входят в непосредственное соприкосновение с фунгисидом только в тот период их жизни, когда гифы появляются на поверхности растения, чтобы образовать плодоношения. В обоих случаях грибы распространяются при посредстве спор, которые при рассеивании попадают на поверхность органов растения; при образовании на этих последних пленки из ядовитого вещества распространение заразы задерживается.

Таким образом, действие фунгисидов на грибки можно рассматривать с двух точек зрения: 1) непосредственное токсическое действие и 2) косвенное действие—предохраняющее.

Фунгисиды, предлагаемые ныне на рынке и нашедшие себе практическое применение, распадаются на две большие группы: на фунгисиды, содержащие серу, и на фунгисиды, содержащие медь.

Группа серы.

Сера. Значение серы в защите растений было известно уже в те времена, когда грибки, поражающие растения, были совершенно еще не изучены. Мы уже упомянули, что серу, смоченную мыльной водой, употреблял для этой цели Robertson в 1821 году. Применение ее особенно усилилось в связи с появлением оидиума (болезни винограда, вызываемой *Oidium Tuckeri* Berk.) [1]). Эту болезнь, вероятно,

---

[1]) Конидиальная стадия *Uncinula necator* (Schwein.) Burr. (*Uncinula spiralis* B. C.).

занесенную из Америки, впервые установил в Англии Tucker в 1845 году, затем она быстро распространилась по Европе, нанося в винодельческих районах неисчислимые убытки. Duchartre, будучи профессором ботаники Агрономического Института в Версале, в 1848 году предложил против этого грибка применение серы. Употребление серы сопровождалось таким успехом, что она быстро сделалась важнейшим средством борьбы не только с *Oidium*, но и с большинством мучнисто-росяных грибков (*Erysiphaceae*).

Сера в настоящее время употребляется в виде многочисленных препаратов, применяемых как для опыления; так и для опрыскивания. Чистая сера обычно употребляется в виде опылителя; наиболее подходящим оказалось применение ее в виде очень мелко измельченного серного цвета.

Серный цвет есть продукт возгона серы: при конденсации паров он осаждается ввиде мелкого порошка. В связи с улучшением техники, теперь удается получать измельченную серу, которую затем сортируют, пропуская струю воздуха; более крупные частицы, как более тяжелые, оседают раньше. Название серного цвета применяется и к этому продукту, хотя его правильнее было бы называть „серной мукой". Кроме этих двух продуктов, т. е. собственно серного цвета из мельчайших частей и серной муки, для целей опыления были применены содержащие серу отбросы некоторых производств. „Зеленая" сера, по французски „soufre noir", есть отход процесса очистки каменноугольного газа. Для удаления сероводорода из сырого газа употребляется гидроокись железа; полученный при этой очистке продукт подвергается действию воздуха, при чем восстанавливается снова гидроокись железа с выделением чистой серы; примененная несколько раз для очистки газа гидроокись железа содержит уже до 50% серы, становится бездеятельной и идет в отбросы, которые после надлежащего измельчения также находят себе применение в качестве фунгисида [1]).

Таковы главные серные продукты, употребляемые в качестве опылителей. Немного можно сказать об их относительных достоинствах; самое существенное требование—это наибольшее возможное измельчение. Утверждение практиков, что лучшим материалом для опыления хмеля является серный цвет, объясняется тем обстоятельством, что составляющие его частицы особенно мелки за исключением залежавшегося товара, где, благодаря кристаллизации аморфной серы,

[1]) Сера, получаемая из „щелочных отбросов" в виде „осажденной серы", ныне отживает свой век. Осаждение серы из отбросов гидроокиси железа слишком дорого для широкого применения в качестве фунгисида.

частицы становятся грубее. Теперь, когда можно получать серную муку очень высокой измельченности, особенное пристрастие к серному цвету можно считать предрассудком. В последних своих работах Goodwin и Salmon (13), применяя мелкую серную муку против „мучнистой росы“ хмеля (*Sphaerotheca macularis* forma *humuli*), нашли, что ее свойства не ниже свойств серного цвета.

Форма частиц серного цвета, похожих на цепочку из шариков, может иметь значение для удержания их на поверхности листа или на гифах грибка; Windisch (14) утверждает, однако, что круглые частицы серного цвета плохо задерживаются на листьях винограда. „Зеленая“ сера состоит из более грубых частиц и имеет колеблющийся химический состав, между тем как сельское хозяйство требует фунгисидов стандартного типа; в силу этих обстоятельств „зеленая“ сера не получила в Англии широкого распространения. Мелкая серная мука, вероятно, благодаря ее электрическим свойствам, образует скопления в виде маленьких, трудно измельчаемых комочков. Некоторые продажные препараты заключают в себе небольшое количество инертных материалов, например, каолина, имеющих, по-видимому, целью воспрепятствовать образованию таких комочков (14а).

При употреблении серы для опрыскивания трудность заключается в обеспечении взвешивания частиц серы в жидком растворе. Серный цвет в чистой воде плавает на ее поверхности, а так как сера не смачивается, то добиться взвешивания не удается. Прибавлением подходящего вещества, понижающего поверхностное натяжение воды, удается смочить частицы серы; если не начнется очень быстрого осаждения ее, то такого рода смесь может быть применена для опрыскивания. Действие этого добавочного вещества сказывается ввиде более сильного смачивания жидкостью частей опрыскиваемого растения. Robertson, как мы видели, употреблял мыло, то же рекомендуют Goodwin и Salmon (13), благодаря чему делается возможным, в случае надобности, прибавлять серу к никотиновому раствору. „Смачиваемая“ сера нашла себе в последние года широкое применение в Соединенных Штатах; в качестве „смачивателей“ применяются казеинат кальция или слабые растворы клея или желатин. Farley (15) ввел в употребление „сухую смесь серы и извести“ заключающую в себе серную муку, казеин и гашеную известь, и заменяющую собою серно-известковую смесь (см. стр. 80); по его сообщениям эту смесь легче приготовить и она не наносит ожогов растениям.

В виду огромного значения возможно большей мелкости частиц серы, неудивительно, что делались попытки применить для опрыскивания также и коллоидальную форму серы. Последние годы появилось

на рынке большое число серных препаратов, повидимому, приготовленных из серной муки, перемолотой на мельнице типа Planson'a с прибавлением различных веществ для лучшего смачивания и предохранительных коллоидов (16). При применении этих препаратов образуется молочно-белая суспензия частиц серы, которая не осаждается и при разбавлении жидкости. Ramsay и Cooke (17) предлагают осаждать серу в известковой смеси добавлением серной кислоты. Очень мелкий осадок серы прибавляется в горячий раствор клея, который разбавляется водой до нужной степени. Young прибавлял серную кислоту к концентрированному раствору серноватистокислого натрия, благодаря чему получались сернистая кислота и чистая сера. Кислота нейтрализуется прибавлением серно-известковой смеси (полисульфид кальция), которая разлагается, образуя сероводород и свободную серу. Эти реакции можно приблизительно выразить следующими уравнениями:

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2SO_3 + S$$
$$CaS . S_x + H_2SO_4 = CaSO_4 + H_2S + S_x$$
$$H_2SO_3 + 2H_2S = 3H_2O + 3S.$$

Свободная сера осаждается в сильно измельченном виде, хорошо взвешиваясь в жидкости.

Кусковая сера представляет собою хрупкое твердое тело бледно-желтого цвета. При измельчении она приобретает беловатый оттенок, отсутствующий в серном возгоне. Она известна в большом числе аллотропических форм; при нормальных температурах она дает ромбические кристаллы. Свеже изготовленный серный возгон состоит преимущественно из этой ромбической формы, но заключает в себе также и белую аморфную форму, которая в противоположность ромбической форме, нерастворима в сероуглероде. Благодаря неполной растворимости в сероуглероде и своим специальным микроскопическим свойствам, сернистый возгон легко может быть отмучен от серной муки. Хотя точка кипения серы и равняется 448° C, но она заметно летуча и при низких температурах; при 100° C можно получить заметный возгон, пропуская струю нагретого воздуха. Вследствие летучести серы, можно заметить постепенное исчезновение осадка серной пыли с листьев; это свойство серы имеет не малое значение в оценке ее в качестве фунгисида.

Только благодаря этой летучести возможно применять серу в качестве фунгисида. В виноградных оранжереях еще со времен Bergmann'a (19) в 1852 году принято мазать серой трубы, проводящие горячую воду; этот обычай Barker, Gimingham и Wiltshire (20) признали целесообразным и, вероятно, он может быть объяснен

указанным свойством серы. Эти авторы переносили пшеницу, пораженную мучнистой росой (*Erysiphe graminis* DC), в оранжерею с обмазанными серою трубами, и заметили, что через некоторое время грибок был уничтожен; в соседнем здании с необмазанными трубами грибок оставался в деятельном состоянии. Было предложено много аппаратов для улетучивания серы, например, патентованный испаритель серы Campbell'я. Vogt (21) рекомендует аппарат, который изобрел в 1921 году Rupprecht (22): в этом аппарате над поверхностью расплавленной серы пропускается пар, разбивающий серу на мелкие капельки, вылетающие наружу в виде густого белого облака; этот процесс носит название метода „Rota".

Barker и Wallace (23) предложили несколько видоизмененный процесс, при котором воздух продувается над поверхностью расплавленной серы при температуре более низкой, чем точки возгорания (170—230°C); при этом образуется тонкое облачко распыленной серы. Вероятно, в обоих случаях высокая степень измельченности серы объясняется конденсацией улетучивающихся паров ее.

13. Goodwin, W. and Salmon, E. S., Journ. Min. Agric., **34**, 1927: 517.
14. Windisch, K., Landw. Jahrb., **30**, 1901: 447.
14a. Streeter, L. R., New York State Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 125, 1927.
15. Farley, A. J., New Jersey Agric. Expt. Sta., Bull. 379, 1923.
16. Rpt. of Progress of Applied Chemistry, **7**, 1922: 6.
17. Ramsay, A. A. and Cooke, W. W., Agric. Gaz. N. S. Wales **33**, 1922: 819.
18. Young, H. C., Ann. Missouri Bot. Gard., **12**, 1925: 122.
19. Bergmann, Gard. Chron. 1852: 419.
20. Barker, B. T. P., Gimingham, C. T. and Wiltshire, S. P., Long Ashton, Ann. Rpt., 1919: 87.
21. Vogt, E., Centralbl. f. Bakt. (II), **58**, 1923: 66.
22. Rupprecht, G., Angew. Bot., **3**, 1921: 253.
23. Barker, B. T. P. and Wallace, T.. Long Ashton, Ann. Rpt., 1921: 122.

Действие на грибки. Для объяснения способа, которым сера проявляет свое действие на грибки, было предложено несколько гипотез. В старые времена выдвигались физические свойства: Mangini (14) в 1871 году высказал предположение, что при соприкосновении растения с частицами серы возникают электрические явления, губительным образом действующие на грибок. В 1874 году Mach (14) выдвинул оптическую гипотезу: частицы серы представляют собою маленькие линзы, собирающие солнечные лучи и убивающие грибок действием жары. Этим объясняется, по его мнению, то обстоятельство, что покрытые серою листья винограда, на ярком солнечном свете, оказываются обожженными.

Действие серы на расстоянии, которое было указано нами в оранжереях при намазанных серою трубах, также вызвало ряд

гипотез: предполагали, что токсическое действие зависит от выделения особого газа, входящего в состав серы. Pollacci (1876) (14) заметил, что некоторые дрожжевые и плесневые грибки в присутствии серы выделяют сероводород; из этого он вывел заключение, что токсическим началом в сере и является сероводород. Barker (24) заметил, что при опрыскивании серою частей живого растения выделяется летучее соединение, дающее реакцию на сероводород; он считает, что теория сероводородного начала пока не опровергнута. Foreman (25) нашел, что насыщенный раствор сероводорода оказывает тормозящее действие на проростание спор *Botrytis cinerea* Pers. С другой стороны, Eyre и Salmon (26) употребляли 1% раствор мягкого мыла с содержанием 0,056% серы в виде сероводорода против мучнистой росы хмеля (*Sphaerotheca macularis* M. f. *humuli*) и не получили желательного результата.

Mangini (14) в 1871 году заметил, что сера окисляется действием озонированного воздуха; он предполагал, что при непосредственном действии солнечных лучей на живое растение, образуется кислород в активной форме или перекись водорода; он считал, что эти вещества способны окислить серу в сернистый газ. Таким образом, возникло предположение, что токсическим началом является сернистый газ или сернистая кислота. Эта точка зрения поддерживалась и многими позднейшими авторами. Marcille (27) установил в различных образцах серы присутствие некоторого количества серного ангидрида (SO_3) — высшего продукта окисления серы—и приписал фунгисидные свойства этому веществу. Doran (28) доказал, что задержка прорастания спор *Botrytis cinerea* в капельных культурах при применении серы происходит только в присутствии кислорода. Отсюда он заключает, что токсическое начало действия серы зависит от продуктов ее окисления. Однако, Vogt (29) не был в состоянии заметить окисления серы в присутствии влажности и солнечного света, хотя его опыты производились не в связи с растениями. Сернистый газ, даже в минимальных дозах, обладает ядовитыми свойствами для растений; если бы действительно он образовывался при опыливании серою растения, случаи повреждения растений от опыливания должны были бы быть весьма частыми.

Young (30) подтверждает мнение, что сера уничтожает прорастание спор различных грибков только в присутствии кислорода, но считает, что токсические ее свойства зависят не от вышеупомянутого окислительного процесса, но от образования пентатионовой кислоты. Однако, обычно считается, что пентатионовая кислота не летуча. Debus (31) пишет, что „кислоты раствора Wackenroder'a .... не летучи". Young не приводит доказательств летучести пентатио-

новой кислоты, а поэтому трудно допустить, чтобы она могла действовать на расстоянии и являться, таким образом, началом фунгисидных свойств серы.

Sestini и Mori (14) наблюдали летучесть серы при температурах 25—35° C, близко подходящих к обычной летней температуре в Англии; они предполагают возможность того, что пары серы и являются фунгисидным началом. Это как будто бы подтверждает характерный запах серы, исходящий от подвергшихся обработке серой виноградников и зарослей хмеля, запах, совершенно отличный от запахов сернистого газа и сероводорода.

Все приведенные гипотезы исходят из предположения, что токсическое начало заключается в каком либо из газообразных продуктов серы, но из опытов Barker, Gimingham и Wiltshire (20) над действием серы на расстоянии явствует, что это токсическое вещество не газообразно, и может быть выделено путем фильтрации через целлюлозный фильтр. Ввиду этого ими выдвинута гипотеза, что сера действует в виде твердого тела крайней степени измельчения, которое они назвали „молекулярною" серою. Конечно, из этого не следует, чтобы токсическими свойствами обладала непосредственно сама молекулярная сера, но вследствие своего необычайного измельчения, она в химическом отношении является очень деятельной и поэтому может быстрее дать начало токсическому веществу. Эти авторы ничего не говорят о способах образования молекулярной серы кроме того, что процесс этот сложен; но Wilkins (38) объясняет его активным распадом частиц серы. Если, однако, будет доказано, что сера при температуре труб, проводящих горячую воду, достаточно летуча, то является вероятным, что конденсирующиеся пары и образуют молекулярную серу, и принятие других сложных гипотез будет в этом случае излишним.

Хотя и было установлено, что при некоторых специальных обстоятельствах сера может действовать на расстоянии, однако, опыты Salmon'а над действием серы на мучнистую росу хмеля доказывают как будто обратное,—именно, что при нормальной наружной температуре сера действует только при непосредственном соприкосновении с грибком. На рисунке в его статье (34) можно заметить сморщенные конидиеносцы грибка, на которые попала частичка серы, а рядом лежащие, удаленные от нее всего на 0,31 *мм* споры оказываются нетронутыми. В своих более детальных исследованиях Goodwin и Salmon (13) установили, что сморщивание конидиеносцев замечается только в местах их контакта с частицами серы. Они даже указывают на примеры развития новых конидиеносцев в промежутках между частицами серы; таким образом, токсическое действие серы на ткани

грибка обнаруживается только при непосредственном соприкоснове нии: это касается, конечно, только данного грибка при нормальной темпетатуре. Этому относительно медленному действию серы в виде опылителя они противополагают более быстрое действие серы смоченной; они высказывают предположение, что в последнем случае обеспечено более совершенное соприкосновение серы со всеми частями грибка.

Предохранительное действие серы объясняется теми же причинами, что и прямое токсическое действие, так как улетучивание серы с листьев происходит довольно медленно. С другой стороны, возможно, что предохранительное действие серы является до некоторой степени механическим. Покрывающие поверхность листьев частички серы затрудняют проникновение в растение присосков, чем понижается вероятность внедрения грибка в тело растения-хозяина. Этот взгляд высказал уже в 1855 году Marès (14); действительно, можно заметить, что присутствие индифферентных порошков, например, пыли по краям дорог в виноградниках несколько понижает заражение лозы *Оидиумом*. Все-таки общепризнанным можно считать мнение, что действие серы специфично и объясняется ее непосредственными фунгисидными свойствами.

24. Barker, B. T. P., Ann. Appl. Biol., **13**, 1926 : 308.
25. Foreman, F. W., Journ. Agric. Sci., **3** : 1910 : 447.
26. Eyre, J. V. and Salmon, E. S., Journ. Agr. Sci., **7**, 1916 : 473.
27. Marteille, R., Compt. rend., **152**, 1911 : 780.
28. Doran, W. L., New Hampshire Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. **19**, 1922.
29. Vogt, E., Angew. Bot., **6**, 1924 : 276.
30. Young, H. C., Ann. Missouri Bot. Gard., **9**, 1922 : 403.
31. Debus, H., Journ. Chem. Soc., **53**, 1888 : 278.
32. Salmon, E. S., Ann. Appl. Biol., **13**, 1926 : 308.
33. Wilkins, V. E., Research and the Land, Min. Agric. and Fish., 1926 : 159.
34. Salmon, E. S., Journ. Min. Agric., **28**, 1921 : 150.

Действие на растение. При применении чистых сортов серы в качестве фунгисида в Англии, повидимому, ни разу не было замечено повреждения ею растений. Из более жарких стран, например, из винодельческих районов Южной Европы, имеются отдельные жалобы на ожоги, побурение тканей листьев в результате обработки серою. Truchot (35) указывает на потерю листьев некоторыми сортами лозы при употреблении серы и предлагает заменить ее марганцовокислым калием.

Аналогично этому сообщают, что в Техасе (35a) при применении серы против мучнистой росы дынь (*Erysiphe cichoracearum* DC) наблюдались серьезные ожоги растения; Milbrath (35b) предложил, чтобы

избежать этого явления, разбрасывать серу на почву под растением. В общем надо сказать, что чистые сорта серы являются наиболее безвредными для растений фунгисидами и редко приносят серьезные повреждения. Было даже указано благоприятное действие серы на рост растений независимо от устранения грибных заболеваний. Работающие во французских винодельческих районах часто указывают на такую стимуляцию роста; после введения обработки виноградной лозы серою средний срок сбора винограда в этой стране установился недели на две ранее, чем прежде. De Castella (36) предлагает вернуться к применению серы в Штате Виктория, не только для борьбы с *Оидиумом* но также и ввиду „тонического" ее действия на лозу. Fryer (37) указывает, что применение серы для хмеля вызывает усиленный рост его шишек. Однако, вследствие трудности постановки опыта окончательное решение вопроса о стимуляции роста все еще остается открытым.

При употреблении недостаточно чистых сортов серы, избежать неблагоприятного действия ее на растение труднее. При применении зеленой серы, возможное присутствие дегтя или, еще хуже, тиоцианатов, может быть причиною повреждения растений. В некоторых случаях может быть опасным присутствие мышьяка, что имело место при применении некоторых серных препаратов для хмеля. В начале столетия в Ланкашире произошло массовое отравление пивом, благодаря присутствию мышьяка, и с тех пор обращается серьезное внимание на то, чтобы сырые материалы, употребляемые в пивоварении, были совершенно свободны от мышьяка. Боязнь порчи хмеля применением серы, содержащей мышьяк, побудила садоводов отказаться от употребления серы иначе, как в чистом виде.

[Следует иметь в виду, что не все растения одинаково относятся к опыливанию серой. Так при опыливании серой крыжовника от американской мучнистой росы (*Sphaerotheca mors uvae* B. et C.) почти всегда наблюдается полное опадение листвы, вследствие чего против этого грибка у нас большей частью применяется сода (см. дальше). Между прочим, из работ Стрелина (37a) выяснилось, что сера не одинаково действительна против всех мучнисто-росяных грибов. Так мучнистая роса роз и персиков (*Sphaerotheca pannosa* Lev.) хорошо уничтожается серным цветом, так же, как и мучнистая роса виноградной лозы (*Uncinula spiralis* B. et C.); между тем как названные выше американская мучнистая роса крыжовника и, в особенности, мучнистая роса яблони (*Podosphaera leucotricha* Salmon) не поддаются уничтожению при помощи серы, они хорошо уничтожаются солями мышьяка (см. дальше). За последнее время, благодаря работам американцев, канадцев и Русакова, выяснилось, что серный цвет

может быть применен с успехом против ржавчины хлебных злаков. Опыты Ячевского и Бахтина (1929 г.) показывают, что сера пригодна также против ржавчины льна (*Melampsora lini* Desmaz). *А. Я.*].

35. Truchot, C., Progrès agric. et vitic., **33**, 1912 : 73.
35a. Texas Agric. Expt. Sta., Ann. Rpt. 39, 1926 : 45.
35b. Milbrath, D. G., рефер. Rev. Appl. Mycol., **6**, 1927 : 716.
36. de Castella, F., Journ. Dept. Agric. Victoria, **25**, 1927 : 732.
37. Fryer, P. I., Insect Pests and Fungus Diseases of Fruit and Hops, Cambridge 1920 : 627.
37a. Стрелин, С. Л., Защита растений. 1925, 2 : 16.

Группа полисульфидов. Кислород, соединяясь с металлами, дает окиси, сера же образует сульфиды. Сульфиды щелочных и щелочноземельных металлов могут соединяться с избытком серы, образуя полисульфиды. К полисульфидам относится целый ряд товарных продуктов, наиболее важными из которых являются серная известь, серная печень и полисульфид аммония.

Серно-известковая смесь. Так называется продукт, получаемый при кипячении известкового молока (взвешенный гидрат кальция) с серою; в растворе содержится различное количество полисульфида кальция.

Grison (38) в 1852 году кипятил смесь гашеной извести и серы, давая ей отстаиваться и разбавляя получаемый раствор до нужной концентрации: этот раствор он применял с успехом против болезни виноградной лозы, возбуждаемой *Оидиумом*. Этот раствор, известный под названием „Гризоновой воды", является прообразом продукта, заимствованного несколько позже из Соединенных Штатов — серно-известковой смеси. Фунгисидные свойства серно-известковой смеси были впервые замечены, повидимому, в так называемой, Калифорнийской жидкости, представляющей собою слегка измененное вещество для купаний овец. Этот препарат, приготовленный путем кипячения смеси взвешенной извести, серы и соли в воде, с успехом был применен против *Aspidiotus perniciosus* Comst., червеца, незадолго перед тем завезенного в Калифорнию. Для борьбы с насекомыми прибавление соли найдено было впоследствии излишним. Parrott, Beach и Sirrine (39) с большим успехом применяли этот препарат против парши яблок (*Venturia inaequalis* W.).

Серно-известковая смесь быстро заняла прочное место в качестве фунгисида, и для приготовления ее предложено много рецептов. Продажные препараты, различным образом приготовленные, с успехом вытеснили в настоящее время кустарные продукты, изготовление

которых связано с громоздкими приспособлениями и большой затратой труда. Самодельная смесь, при изготовлении которой кипячение было заменено теплотой, выделяемой при растворении в воде негашеной извести, является, строго говоря, взвешенной серой: полисульфиды заключаются в ней в гораздо меньшем количестве, чем свободная сера; последняя, находясь во взвешенном состоянии, может быть применена для опрыскивания.

Продажные сорта серно-известковой смеси представляют собою прозрачную красноватую жидкость; простояв некоторое время, она делается бурой и часто содержит блестящие кристаллы сернокислого кальция. Они обычно продаются с гарантией удельного веса; однако, Goodwin и Martin (40) указывают, что качество серной извести далеко не зависит только от одного удельного веса. Наличие полисульфидов с точки зрения сельского хозяйства—качество более ценное.

Точный химический состав серно-известковой смеси до сих пор не вполне изучен, хотя реакции, имеющие место при кипячении известковой воды и серы, являлись предметом многочисленных исследований. В ней имеются, кроме полисульфидов кальция, и другие сернистые соединения кальция, например, тиосульфат кальция и, может быть, сернокислый кальций. Вообще можно предположить, что первыми продуктами реакции в результате щелочного гидролиза серы являются сероводород и сернистая кислота, которые, соединяясь с известью, дают сернистый и сернистокислый кальций.

В присутствии избытка серы образуются полисульфиды кальция и тиосульфат кальция. Сернистокислый кальций некоторое время считался составною частью раствора, но присутствие его фактически никогда доказано не было и вообще оно маловероятно в присутствии неустойчивой полисульфидной серы. Присутствие сернокислого кальция тоже не доказано, хотя он несомненно образуется и осаждается при стоянии раствора на воздухе. Таким образом, тиосульфат кальция и полисульфиды кальция являются единственными достойными внимания продуктами. Обычно состав полисульфидов кальция изображается так: $CaS \cdot S_x$; этим устанавливается отличие между серой, входящей в состав обыкновенного сульфида („моносульфидная“ сера), и добавочной „полисульфидной“ серой. Таким образом, количество „полисульфидной“ серы определяется общим количеством серы минус сера „моносульфидная“. Эти термины, конечно, совершенно условны, но очень употребительны с точки зрения анализа. Различие между общим количеством серы в сульфиде и количеством полисульфидной серы весьма существенно: если

качество продукта зависит от количества полисульфидной серы, то она не должна быть смешиваема с общим количеством серы [1]).

Thomas и Rule (42) изучали кривые точек замерзания системы сернистый металл и сера и обнаружили существование полисульфидов с определенною точкою плавления; таким образом, полисульфиды надо признать за определенные химические соединения. В водяных растворах, например, в серно-известковой смеси, такие полисульфиды определенного химического состава обнаружены не были.

Spring и Demarteau (43) высказали взгляд, что высшие полисульфиды представляют собою растворы серы в дисульфиде, т. е. построены по формуле $CaS_2.S_x$. Представляют ли они растворы или химические соединения — вопрос чисто теоретический; обычно принимается, что два атома серы соединяются непосредственно с металлом, а высшие полисульфиды образуются путем непрочного присоединения добавочной серы к этим двум атомам серы. Наиболее удачные формулы строения предложены Auld'ом (44) и Thomas и Rule'м (42):

Auld Thomas и Rule

цепочка серы по мере нарастания делается все менее устойчивой.

Полисульфиды находятся в водном растворе в состоянии слабого гидролиза, придавая разведенной серно-известковой смеси щелочной характер. В результате этого гидролиза образуется сероводород, играющий крупную роль в этих реакциях и в разложении серной извести.

Серно-известковая смесь, в особенности разведенная, быстро разлагается при стоянии на воздухе. Так как это разложение имеет место и при опрыскивании, то нам приходится с ним считаться. Прежде всего окисляются полисульфиды кальция с образованием

[1]) Раз мы касаемся вопроса о количестве полисульфидной серы, то не бесполезно будет указать, что могут возникнуть недоразумения с термином „процент". Обычно выражение 20% полисульфидной серы обозначает, что на 100 весовых единиц серной извести приходится 20 весовых единиц полисульфидной серы. Но, так как серно-известковая смесь представляет собою жидкость с удельным весом около 1,3, то, пожалуй, удобнее принимать соотношения объемные: в таком случае 26% обозначает, что в 100 единицах объема серно-известковой смеси заключается 26 весовых единиц полисульфидной серы. Если желательно перейти к настоящему процентному содержанию, то нужно разделить 26 на удельный вес смеси, т. е. $\frac{26}{1,3} = 20$.

тиосульфата кальция и свободной серы; эту реакцию можно выразить следующим эмпирическим уравнением:

$$CaS \cdot S_x + 3O = CaS_2O_3 + S_{x-1}.$$

Следует подчеркнуть, что из общего количества серы, заключающейся в полисульфиде, два атома остаются связанными в тиосульфате кальция. Тиосульфат, входящий в состав серной извести, первоначально и тиосульфат, образовавшийся в процессе окисления полисульфидов, подвергаются дальнейшему окислению, в результате чего образуются сернокислый кальций и, вероятно, свободная сера. Этот процесс совершается, однако, значительно медленнее, чем окисление полисульфидов кальция, и имеет поэтому меньшее значение (45).

Кроме этого окислительного процесса, имеет место и быстрое разложение серно-известковой смеси действием углекислоты; этот процесс совершается и на поверхности листьев, так как здесь к углекислоте воздуха присоединяется углекислота в результате дыхания растений. Это разложение выражается уравнением:

$$CaS \cdot S_x + CO_2 + H_2O = CaCO_3 + H_2S + S_x.$$

Здесь все количество полисульфидной серы осаждается в виде свободной серы, а моносульфидная сера выделяется в виде сероводорода. Тиосульфат не изменяется от действия углекислоты. В совокупности обеих реакций большая часть полисульфидной серы осаждается в виде слоя мельчайших частиц серы; одновременно образующийся тиосульфат кальция, как вещество растворимое, быстро сносится водою с листьев; углекислый кальций вместе с плохо растворимым сернокислым кальцием, остаются на поверхности листьев вместе с серою.

38. Gard. Chron., 1852:419.
39. Parrot, P. J., Beach, S. A. and Sirrine, F. A., New York State Agric. Expt. Sta., Bull. 262, 1905:37.
40. Goodwin, W. and Martin, H., Journ. Agric. Sci., 15, 1925:96.
41. Harris, J. E., Michigan Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 6, 1911.
42. Thomas, J. S. and Rule, A., Journ. Chem. Soc., 111, 1917:1063.
43. Spring, W. and Demarteau, J., Bull. Soc. Chim. (III), 1, 1889:311
44. Auld, S. J. M., Journ. Chem. Soc., 107, 1915:484.
45. Goodwin, W. and Martin, H., Journ. Agric. Sci., 15, 1925:307.

Действие на грибки. Salmon (46) и его сотрудники доказали, что фунгицидное действие веществ, содержащих серу, применяемых для опрыскивания, зависит исключительно от содержания в них полисульфидной серы. Salmon применял различные составы против мучнистой росы хмеля, сохраняя тщательно стандартизованными все

окружающие биологические условия; он нашел, что количество полисульфидной серы, необходимой для убивания грибных спор, одинаково при всех составах и остается, повидимому, независимым от наличия разных оснований. Тиосульфат кальция и моносульфидная сера в соединении с кальцием серно-известковой смеси в общем неактивны и токсичными являются только соединения, содержащие добавочную полисульфидную серу.

Способ действия полисульфидных соединений на грибки неизвестен, хотя возможно, что первичным токсическим началом является сера „в момент образования“, быстро отлагающаяся при разложении серно-известковой смеси. Предохранительное же действие серной извести несомненно зависит от осажденной серы, которая в короткое время покрывает листья вместе с углекислым и сернокислым кальцием.

[Опыты с полисульфидами, произведенные у нас, показали, что эти составы весьма пригодны против некоторых мучнисто-росяных грибов, в особенности против оидиума виноградной лозы (46а). Попытки заменить ими Бордосскую жидкость против мильдью виноградной лозы и против картофельного грибка оказались неудачными, так как сера не убивает зооспоры этих грибков. Зато оказывается возможным применять в качестве деятельных фунгисидов смесь полисульфидов с медными солями, значительно уменьшив дозу этих последних, что составляет весьма существенную экономию. *А. Я.*].

46. Eyre, J. V. and Salmon, E. S., Journ. Agric. Sci. L. **7**, 1916 : 473;
Eyre, J. V., Salmon, E. S. and Wormald, K., ibid, **9**, 1919 : 284;
Horton, E. and Salmon, E. S., ibid, **12**, 1922 : 269;
Goodwin, W., Martin, H. and Salmon, E. S., ibid, **16**, 1926 : 302.
46a. Ячевский, А. А., Труды Бюро по Микологии и Фитоп. 1908; 1914.

Действие на растение. Ожоги растений при опрыскивании серно-известковой смесью явление нередкое, но убыток от этих повреждений обычно меньше убытка, причиненного грибками. Независимо от причин, вызывающих эти повреждения, они являются временными и, по мере разложения смеси, устраняются. Wallace (47) считает, что листья повреждаются до момента высыхания жидкости, а Sanders и Kelsall (48) доказали, что чем дольше жидкость остается на листьях до своего испарения, тем сильнее повреждение.

Попытки найти корреляцию между повреждениями, причиняемыми серно-известковой смесью и атмосферными условиями, не увенчались полным успехом. Eyre, Baxter и Salmon (49) заметили, что повреждение листьев крыжовника сильнее в жаркую погоду; Wallace (47) считает, что причинной связи между погодой

и размером повреждений не существует, разве что общие условия погоды влияют несколько на чувствительность листьев. Он считает, что способ опрыскивания не безразличен и что излишнее количество жидкости может явиться причиною ожогов листьев. Вероятно, при планомерной системе опрыскивания можно избегнуть повреждений, и действительно в местностях, где опрыскивание прочно укрепилось, ожоги наблюдаются реже.

В числе неблагоприятных последствий опрыскивания серно-известковой смесью наблюдается и повреждение ствола. Ненормальное опадение яблок с деревьев, опрыснутых смесью, заметили Sanders и Kelsall (48) и подтвердили опытами Bagenal, Goodwin, Salmon и Ware (50). Возможно, что теми же причинами объясняется и опадание листьев, наблюдающееся у некоторых сортов крыжовника после обработки серно-известковой смесью, о чем сообщают Eyre, Baxter и Salmon (49).

В некоторых случаях, при употреблении серно-известковой смеси для борьбы с паршой яблок (*Venturia inaequalis* Winter), убыток, причиненный опаданием фруктов, может быть весьма значителен. По данным Sanders'a (51), в Новой Шотландии, в долине Аннаполис, общий урожай яблок составлял в 1911 году 1,7 миллионов боченков. В 1912 — 1919 годах, когда широко практиковалось опрыскивание серно-известковой смесью, урожай ни разу не превышал 1 миллиона боченков. С 1919 года применение серной извести уменьшилось, а с 1921 года она была совершенно вытеснена другими фунгисидами; урожай в этом году выразился в 1,5 миллионов боченков. Согласно Sanders'у при прекращении работы с серною известью наблюдается увеличение урожайности до 100%.

Вопрос о причине возникновения повреждений при работе с серной известью и о причине того обстоятельства, что некоторые сорта являются более восприимчивыми, все же остается открытым. Sanders (52) объясняет это тем, что сера проникает в устьица листа; поэтому, если струя попадает только на плоды или на верхнюю поверхность листьев, то опадания фруктов не наблюдается. Устьица расположены лишь с нижней поверхности листа, и яблоки опадают только, когда смесь попадает сюда.

Volck (53) находит, что опадание листьев и плодов объясняется дегенерацией сосудистых тканей черешка в месте соединения черешка с веточкой; процесс аналогичен нормальному опаданию листьев. Sanders доказал, что поглощенная смесь изменяет хлорофилл в палисадных клетках, что, в свою очередь, ослабляет или прекращает фотосинтетический процесс; при этом прекращается питание листьев. Далее, развивая свою теорию, он говорит: „так как образование

хлорофилла зависит от действия солнечных лучей, то результаты разложения хлорофилла будут иметь более серьезные последствия в те периоды и в тех странах, где солнца меньше, так как в этих случаях утраченный хлорофилл труднее восстанавливается".

Отложение углекислого кальция и серы в результате разложения опрыскивающей жидкости может являться источником убытков, ввиду понижения рыночной стоимости фруктов с испорченной поверхностью. Eyre и Salmon (46) приводят случаи, когда опрысканные серно-известковой смесью ягоды крыжовника, благодаря отметинам на их поверхности, принимались неопытными рыночными инспекторами за ягоды, пораженные мучнистой росой.

47. Wallace, E., Cornell Univ. Agric. Expt. Sta., Bull. 288: 1910.

48. Sanders, G. E. and Kelsall, A., Proc. Entom. Soc. Nova Scotia, 1917: 77.

49. Eyre, Baxter, D. and Salmon, E. S, Journ. S. E. Agric. College, 20, 1911: 419.

50. Bagenal, N. B., Goodwin, W., Salmon, E. S. and Ware, W. M., Journ. Min. Agric., 32, 1925: 137.

51. Heald, F. D., Manual of Plant Diseases, New York, 1926: 220.

52. Sanders, G. E., Nova Scotia Fruit Growe's Ann. Rpt, 54, 1915: 72.

53. Volck, W. H., Better Fruit 5, 1911; (9), 60.

Ингредиенты. Употребление мыла в качестве смачивающего вещества не рекомендуется при серной извести, так как кальций образует при этом осадок, аналогично действию жесткой воды на мыло.

Для смачивания чаще всего применяется казеинат кальция; хотя казеин и растворим в щелочной серной извести, но полного растворения не достигается. Goodwin и Martin (54) исследовали влияние различных ингредиентов на разложение серной извести и доказали, что прибавление даже известкового казеина не безразлично. При прибавлении гидрата кальция к серной извести, разложение последней зависит от действия свободной извести на полисульфиды кальция. В результате этой реакции общее количество отложившейся серы уменьшается за счет увеличения количества тиосульфата кальция. Таким образом, если непосредственное токсическое действие полисульфидов кальция на грибки и остается неизменным при прибавлении извести, то предохранительное действие серной извести от этого несомненно страдает. Ввиду этого, при применении казеината кальция, содержащего много свободной едкой извести, качество серной извести, как фунгисида, падает. Если же избыток свободной извести не велик, то он после опрыскивания быстро переходит в углекислые соединения и делается безвредным, так как углекислый кальций не дает реакции с полисульфидами кальция; равным образом, если свободная известь, заключающаяся в казеинате кальция, перейдет в углекислое

соединение в период хранения жидкости на складе, то влияние ее на разложение серной извести будет невелико.

Сапонин недавно был снова применен с серно-известковой смесью (55); с успехом могут применяться также желатин и клей.

Прибавление этих ингредиентов имеет, вероятно, еще то преимущество, что сера осаждается в более мелкой и связанной форме. Goodwin и Martin (54) указывают, что сера осаждается при окислительном процессе в отсутствии смачивателя в кристаллической форме, при прибавлении же казеина, известкового казеина или желатина осадок имеет коллоидальное строение.

В старые времена для усиления смачивания к серно-известковой смеси прибавляли растворимую соль меди или железа, вследствие чего получался сложный основной сернистый металл и осаждалась свободная сера. Пока еще не были известны фунгисидные свойства серной извести, к жидкости, содержащей известь и сернокислые соли, часто прибавляли медный купорос и получали видоизмененную Калифорнийскую жидкость, известную под названием Орегонской жидкости. Мысль присоединения к серной извести медного и железного купороса пришла в Соединенных Штатах Waite (56) и в Англии Salmon (57); оба достигли хороших результатов. Вещества, образующиеся в результате разложения, не были исследованы; все эти реакции, вероятно, очень сложны. Можно предположить, что в конечном итоге полисульфидная сера осаждается в виде свободной серы, что должно увеличить фунгисидные свойства жидкости.

Желатиновидный осадок меди или железа чрезвычайно плотен и, вероятно, обладает фунгисидными свойствами: Eyre и Salmon (46) утверждают, что сернистое железо токсично по отношению к мучнистой росе хмеля. Оба осажденные вещества после опрыскивания, вероятно, претерпевают ряд химических изменений в результате окисления, что видно в изменении цвета жидкости, содержащей сернистое железо: этот цвет изменяется от серого до коричневого.

54. Goodwin, W. and Martin, H., Journ. Agric. Sci., **15**, 1925 : 476.
55. Fisher, D. F., U. S. Dept. Agric., Farmers' Bull. 1120, 1920.
56. Waite, M. B., U. S. Dept. Agric., Bur. Plant Industry, Circ. 58, 1910.
57. Salmon, E. S., Journ. S. E. Agric. College, **21**, 1912 : 346.

Серная печень. Серная печень получается путем сплавления углекислых солей щелочных металлов с серою. Название происходит от специфической окраски поверхности свеже приготовленного вещества и было дано ему в те времена, когда еще не могли отличать оба щелочные металлы, т. е. натрий и калий. Так как тогда наиболее распространенным и употребительным являлся сернистый калий,

то термин „серная печень“ был применен к продукту, содержащему калий. На рынке сейчас имеются как натриевая, так и калиевая серная печень и обе применяются в качестве фунгисида.

Серная печень представляет собою твердое тело грязновато-желтого цвета, в изломе имеющее упомянутый выше коричневый цвет печени. Разложение на воздухе протекает быстро и свеже вскрытая жестянка сильно пахнет сероводородом. Хотя печень хорошо растворима, но среди рыночных препаратов имеются готовые растворы как натриевой, так и калиевой серной печени, которые, сейчас же после разведения водой, можно пустить в дело.

Вещества, заключающиеся в растворе серной печени — те же, что и в растворе серной извести; наибольшее значение из них имеют полисульфиды щелочных металлов. Процентное содержание щелочных тиосульфатов различно и зависит не только от способа приготовления серной печени, но и от времени и способа ее хранения. Наоборот, количество сернокислых солей в растворе серной печени больше, чем в серной извести: сернокислый кальций растворим слабо и осаждается вместе с осадком серно-известковой смеси, а сернокислые соли щелочных металлов тотчас же переходят в раствор вместе с серной печенью

Влияние на грибки. Токсичность растворов серной печени, так же, как и серной извести, всецело зависит от содержания в них полисульфидов. Натриевая и калиевая серная печень, повидимому, одинаково токсичны, хотя Foreman (25) указывает, что натриевые препараты более деятельны; с другой стороны, Goodwin, Martin и Salmon (46), работая над мучнистой росой хмеля, не нашли повышенной токсичности у натриевых препаратов.

Влияние на растение. При работе с серной печенью, так же, как и с серно-известковой смесью, наблюдаются иногда повреждения растений. Хотя такие повреждения и запротоколированы при применении серной печени в меньшем числе, но это объясняется, вероятно, только ее меньшим распространением; принято же думать, что ожоги растений случаются при ее применении чаще, чем от серной извести. Вероятно, это объясняется тем, что растворы серной печени имеют значительно более сильную щелочную реакцию, чем серно-известковая смесь, так как водные окиси и углекислые соли натрия и калия являются значительно более сильными основаниями, чем соответствующие соединения кальция.

Ингредиенты. С серной печенью могут быть применяемы те же вещества, что и при серно-известковой смеси; при употреблении казеината кальция должны быть соблюдаемы те же условия. Здесь, однако, можно применить и мыло, так как тут нет опасности образования кальциевых осадков.

[Смотря по способу изготовления, составы, содержащие серу, могут быть подразделены на две группы, отличающиеся своими свойствами. К первой группе относятся растворы, изготовляемые при обыкновенной температуре (растворы полисульфидов, серной печени) или при самонагревании (серно-известковые растворы), обладающие более слабыми фунгисидными свойствами и пригодные только против некоторых паразитных грибов из числа сумчатых, как, например, парша плодовых деревьев. Другую группу составляют растворы, получаемые при высокой температуре кипячением. Типом этой группы является Калифорнийская жидкость. Такого рода смеси гораздо действительнее и есть основание предполагать, что их можно будет применять против пероноспоровых, размножающихся при посредстве зооспор. В этом отношении наиболее пригодными, повидимому, являются серно-известковые отвары, рекомендуемые за последнее время Декенбахом (57а). *А. Я.*].

Полисульфид аммония. Этот препарат, хорошо известный в аналитической лаборатории, именно желтый многосернистый аммоний, был впервые предложен Eyre и Salmon (58) в 1916 году. Уже выше говорилось о порче внешнего вида крыжовника при применении серно-известковой смеси для борьбы с американской мучнистой росой крыжовника *Sphaerotheca mors-uvae* (Schwein.) Berk.; естественным образом эти авторы старались подобрать материал, который был бы свободен от этого досадного свойства. После употребления серной печени на поверхности ягод оставалась прослойка из углекислых и сернокислых солей щелочных металлов, легко смывавшаяся дождем; но действие на грибок было недостаточно сильное. Надо, однако, отметить, что в те времена не были еще изобретены удобные способы определения содержания полисульфидов, а поэтому и не существовало точного учета качества употребляемого материала; при высокой концентрации, когда фунгисидные свойства достаточны, растворы серной печени причиняют серьезные ожоги листьев.

Опыты с полисульфидом аммония, который также не дает осадка на плодах, были очень успешны; Eyre и Salmon не только рекомендуют это вещество, как фунгисид против „мучнисто-росяных грибков“ (*Erysiphaceae*), например, против американской мучнистой росы крыжовника или против мучнистой росы хмеля, но дают и подробные рецепты их приготовления. Таким образом, возникли „A. P. S. 1918“ (59) и „A. P. S. 1919“ (60).

Таким образом приготовленные растворы полисульфидов аммония представляют собою жидкости густо-красного цвета с довольно неприятным запахом (как и другие полисульфидные составы); при хранении они разлагаются.

Химический состав полисульфидов аммония аналогичен составу серно-известковой смеси: активным началом раствора является полисульфид аммония. Количество имеющихся на лицо тиосульфата аммония и сернокислого аммония в общем невелико, так как приготовление этого продукта происходит при отсутствии кислорода, но при хранении их количество увеличивается. При окислении большая часть полисульфидной серы осаждается в свободном виде, но реакции, имеющие здесь место, несколько отличаются от таковых при полисульфидах кальция, натрия или калия, в виду нестойкости аммониевого основания. Так, например, если выставить на воздух раствор сернистого аммония, не имеющего добавочной полисульфидной серы, то вскоре появляется желтый цвет, характерный для полисульфидной серы. Детали окончательного процесса неизвестны, но, вероятно, в результате этого процесса полисульфидная сера осаждается в виде свободной серы в большем количестве из полисульфида аммония, чем из полисульфида других металлов.

Действие полисульфида аммония на грибки одинаково с действием других полисульфидов. Повреждений растений при его употреблении не было замечено. Ингредиенты, употребляемые с полисульфидом аммония, те же, что и для серной печени.

57а. Декенбах, К. Н., Болезни растений, 1924 : 33; 1927 : 172; Вестник Винодел 1928 : 280; Мат. Микол. Фитопат., 7 (1), 1928 : 191.
58. Eyre, J. V. and Salmon, E. S., Journ. Bd. Agric., **22**, 1916 : 1118.
59. Eyre, J. V., Salmon, E. S. and Wormald, L. K., ibid. **25**, 1919 : 1494.
60. Eyre, J. V., Salmon, E. S. and Wormald, L. K., ibid. **26**, 1919 : 821.

Соединения меди. Значительное число наиболее важных фунгисидов заключает в себе в качестве активного начала соединения меди. Первым и до сих пор наиболее употребительным материалом является Бордосская смесь. Остальные вещества, принадлежащие к этой рубрике, представляют собою ее видоизменения и будут рассмотрены нами скорее в порядке историческом, чем в зависимости от их важности.

Бордосская смесь. Millardet, исследуя мильдью винограда (*Plasmopara viticola* Berlese et De Toni), только что перед этим завезенную из Америки, заметил, что лозы, растущие вдоль дороги в Медок в Жиронде, сохранили свои листья, в других же местах все кусты стояли с опавшими листьями. Выясняя причину, благодаря которой кусты у дороги избежали заражения, он установил, что они подверглись опыливанию ярь-медянкою или смесью извести с медным купоросом. Это делалось с той целью, чтобы прохожие не

рвали винограда из боязни отравления. Millardet исследовал это явление более подробно и в 1885 году с успехом предложил смесь извести с медным купоросом, как средство против мильдью (1).

Значение этого нового фунгисида, названного Бордосской жидкостью по местности, где он был впервые применен, было быстро оценено, но сразу же обнаружились некоторые его недостатки. Millardet брал 5,71 частей медного купороса и 10,71 частей негашеной извести на 100 частей воды и получал густую жирную жидкость, которую он размазывал щеткою, сделанною из ветвей. Пользуясь сотрудничеством медника по имени Vermorel, он усовершенствовал бывшие тогда в употреблении опрыскивательные аппараты Riley или Barnard путем введения прочищалки, но все же его смесь была мало пригодна для опрыскивания. В 1887 году Millardet и Gayon (2) ввели смесь следующего состава: 3 части медного купороса и 1 часть едкой извести на 100 частей воды, употребляя ее в виде 3%, 2% и даже 1% раствора. Этот рецепт был широко принят и по сейчас не вышел из употребления во Франции. Постепенно вырабатывались другие рецепты Бордосской жидкости в зависимости от местности и от культуры. Эти рецепты вырабатывались большею частью практически и не были основаны на научном изучении вопроса. Тем не менее, при детальном изучении химических свойств смеси оказалось, что состав подобран хотя и эмпирически, но более или менее рационально.

Химические реакции Бордосской смеси настолько сложны, что и посейчас мы очень мало знаем о результатах взаимодействия между медным купоросом и едкой известью. Исходный материал, медный купорос, представляет собою кристаллическое тело формулы $CuSO_4 \cdot 5H_2 \cdot O$, растворимое в воде; раствор имеет слабо кислую реакцию. Эта реакция происходит, повидимому, от ничтожных количеств серной кислоты, образующейся в результате гидролиза медного купороса. (По интересному предположению, могущему иметь значение в химии основных медных солей, моногидрат сернокислой меди можно рассматривать имеющим следующую структурную формулу— $HO \cdot Cu \cdot O \cdot SO_2OH$. Кислая реакция медных сернокислых солей является, таким образом, следствием образования указанного соединения. Гипотетический состав Wöber'а (см. ниже) имеет следующую структуру: $HO \cdot Cu \cdot O \cdot SO_2 \cdot O \cdot Cu \cdot OH$; малахит—$HO \cdot Cu \cdot O \cdot CO \cdot O \cdot Cu \cdot OH$. и т. д.). При прибавлении извести (водной окиси кальция), она входит в соединение со следами серной кислоты, образуя сернокислый кальций и воду. Медный купорос снова подвергается гидролизу и вновь образовавшаяся кислота опять нейтрализуется известью и, в конце концов, весь медный купорос исчезает. Millardet и

Gayon считали, что разложение медного купороса протекает по уравнению:

$$CuSO_4 + Ca(OH)_2 = Cu(OH)_2 + CaSO_4.$$

Bell и Taber (3) только в 1907 году обнаружили, что осадок Бордосской смеси состоит из трех твердых веществ: извести, гипса (сернокислого кальция) и водной окиси меди.

Между тем осадок Бордосской смеси не содержит в себе водной окиси меди, что видно из следующего обстоятельства: водная окись меди, оставаясь в воде, подвергается характерному обезвоживанию, в результате чего образуется черная окись меди. Осадок Бордосской смеси не делается черным. Далее, изучение явлений нейтрализации подтверждает этот взгляд, так как количество медного купороса ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) относится к количеству извести (CaO), потребной для его нейтрализации, как 1:0,224. Но уже Millardet и Gayon показали, что 0,224 грамма окиси кальция (CaO) осаждают не 1,0 грамм кристаллического медного купороса, а 1,25 грамма, т. е. потребное для нейтрализации соотношение $CuSO_4 \cdot 5H_2O : CaO = 1:0,169$. Это явление позднее подтвердили Pickering (4), который нашел, что осаждение медного купороса бывает полным, когда щелочь составляет 0,75 эквивалента, и Wöber (5); последний установил, что соотношение $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и $Ca(OH)_2$ должно равняться при нейтрализации 4:3, а посему реакция может быть выражена следующим уравнением:

$$4\,CuSO_4 \cdot 5\,H_2O + 3\,Ca(OH)_2 = (CuO)_4\,SO_3 \cdot H_2O + 3\,CaSO_4 + 22\,H_2O.$$

Точный состав этого зеленовато-синего осадка неизвестен; различными способами были приготовлены различные формы этого триоксисульфата меди. Известны триоксисульфаты с 2, 2½, 3, 3½, 4, 5 и 16 частицами воды (6). Wöber предполагает, что он образуется в результате целого ряда реакций, которые можно представить следующим образом:

$$2\,Cu_4SO_4 + Ca(OH)_2 = CuSO_4\,Cu(OH)_2 + CaSO_4.$$
$$2\,CuSO_4\,Cu(OH)_2 = (CuSO_4)_2\,(CuO)_2 + 2\,H_2O.$$
$$(CuSO_4)_2\,(CuO)_2 + Ca(OH)_2 = CuSO_4\,(CuO)_2\,Cu(OH)_2 + CaSO_4.$$

В результате получается моногидрат $CuSO_4 \cdot 3\,CuO \cdot H_2O$ или $4\,CuO \cdot SO_3 \cdot H_2O$ [1]).

[1]) В приведенной системе уравнений промежуточное вещество $CuSO_4 \cdot Cu(OH)_2$ не стойко, но, согласно Wöber, аналогичное вещество образуется при осаждении сернокислой меди раствором углекислого натрия. Это вещество — гидрооксикарбонат меди, состав которого выражается формулой $CuCO_3Cu(OH)_2$ и входит в состав известного минерала, называемого малахитом.

При дальнейшем прибавлении извести раствор делается щелочным. До определенной концентрации водной окиси кальция, смесь, простояв некоторое время, теряет свою щелочность и снова делается нейтральной; выше этой концентрации смесь все время остается щелочной.

Эта критическая концентрация извести, при которой наблюдается неисчезающая щелочность, по данным Pickering составляет 0,9 эквивалента, т. е. количества $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и $Ca(OH)_2$ относятся как 10 к 9. Sicard (7) нашел, что лишь после прибавления 225 грамм извести (CaO) к 1000 грамм медного купороса смесь оставалась неизменно щелочной. Это будет соответствовать равному количеству молекул медного купороса и извести, т. е. их отношению как 10 к 10. По данным же Wöber (5) выходит, что неизменно щелочная реакция наблюдается уже при соотношении 10 к 8.

По данным Pickering для того, чтобы иметь постоянно щелочную реакцию, осадок должен иметь состав $10\,CuO \cdot SO_3$. Wöber получил непосредственным анализом осадка формулу $CuSO_4 \cdot 4\,Cu(OH)_2$ H_2O; при этом он предварительно промывал осадок холодною водою, свободною от углекислоты, и просушивал его в вакууме над серной кислотой при комнатной температуре. Соответственно этому составу, реакция представляется Wöber'ом в виде следующего уравнения:

$$5\,(CuSO_4 \cdot 3\,Cu(OH)_2) + Ca(OH)_2 = 4\,(CuSO_4 \cdot 4\,Cu(OH)_2) + CaSO_4.$$

Осадок этот имеет чисто синий цвет.

Как будет видно, часть иона SO_4, заключающаяся в первоначальном триоксисульфате меди освобождается в виде сернокислого кальция. Wöber заметил, что при дальнейшем прибавлении извести, количество осаждающегося сернокислого кальция не увеличивается; вследствие этого он счел возможным пренебречь последующими реакциями. Хотя сложная медная соль и вступает в реакцию с вновь прибавляемою водною окисью кальция, но ему не удалось доказать добавочного появления в результате этой прибавки основных соединений меди.

Pickering (8) нашел, изучая физические свойства осадка, что в конечном итоге образуется соединение, заключающее в себе $5\,CuO \cdot SO_3$ Это, повидимому, то самое соединение, которое Wöber выражает формулой $CuSO_4 \cdot 4\ Cu(OH)_2 \cdot H_2O$. Далее, он доказал существование соединений более основных, чем вещество, обозначаемое им $10CuO \cdot SO_3$; эти соединения выражаются формулам и $10CuO \cdot SO_3 \cdot 3CaO$ и $10\,CuO \cdot 30\,CaO$. Так как известь, прибавляемая к обыкновенной Бордосской смеси, остается нерастворенной, а, следовательно, не вступает в реакцию, то Pickering считает, что в результате

реакции образуются только 10 $CuO \cdot SO_3$ и $10CuO \cdot SO_3 \cdot 3CaO$, а более сильное основание $10 CuO \cdot 30CaO$ образуется лишь впоследствии и весьма медленно. Это вещество, представляющее собою, вероятно, куприт кальция, имеет фиолетовый цвет.

Sicard (7), пользуясь приблизительно той же методикой, что и Pickering, доказал существование целого ряда других оснований. Количество извести, необходимое, чтобы раствор медного купороса дал неизменно щелочную реакцию, у него несколько отличается от данных Pickering'а; из основных же соединений Pickering'а ему удалось выделить только $CuO \cdot 3CaO$.

Сопоставляя данные этих трех авторов, мы получим следующую таблицу:

Реакция раствора	Pickering (1907)	Sicard (1915)	Wöber (1919)
	Состав осадка Бордосской смеси		
Точка нейтральности . .	4 $CuO \cdot SO_3$	4 $CuO \cdot SO_3$ 5 $CuO \cdot SO_3$ 10 $CuO \cdot SO_3$	4 $CuO . SO_3$
Временно щелочная . .	5 $CuO \cdot SO_3$		—
Точка неизменной щелочной реакции	10 $CuO \cdot SO_3$	5 $CuO \cdot SO_3 \cdot CaO$	5 $CuO \cdot SO_3$
Неизменно щелочная . .	10 $CuO \cdot SO_3 \cdot 3 CaO$ ($CuO \cdot 2 CaO$) [1] $CuO \cdot 3CaO$	5 $CuO \cdot SO_3 \cdot 2CaO$ $CuO \cdot 2 CaO$ $CuO \cdot 3 CaO$	Определенных основных солей — нет.

Резюмируя вышеизложенное, можно сказать, что при смешивании едкой извести с раствором медного купороса, наиболее существенны следующие реакции:

а) осаждение меди сначала в виде триоксисульфата,

б) образование более сильных малостойких оснований в результате химического взаимодействия триоксисульфатов меди с избытком извести и

в) промежуточная стадия между полным осаждением меди и появлением неизменно щелочной реакции.

1. Millardet, A., Journ. d'Agric. prat., **49** (II), 1885 : 513, 707, 801.
2. Millardet, A. and Gayon, U., ibid. **51** (I), 1887 : 698, 728, 765.
3. Bell, J. M. and Taber, W. C., Journ. Phys. Chem., **11**, 1907 : 632.
4. Pickering, S. U., Journ. Chem. Soc., **91**, 1907 : 1981.
5. Wöber, A., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **29**, 1919 : 94.

---

[1]) В позднейшей своей работе Pickering (9), разбирая состав оснований осадка, сомневается в существовании этого соединения.

6. Mellor, J. W., Comprehensive Treatise on Inorganic and Theoretical Chemistry London III, 1923 : 262.

7. Sicard, L., Ann. l'Ecole nat. d'Agric Montpellier, 14, 1915 : 212.

8. Pickering, S. U., Journ. Chem. Soc. **91**, 1907 : 1988; Bedford, D. and Pickering, S. U., Science and Fruit Growing, London, 1919 : 173.

9. Pickering, S. U., Journ. Chem. Soc., **97**, 1910 : 1851.

Приготовление Бордосской смеси. Обычно Бордосская смесь приготовляется путем прибавления медного купороса к разведенной, извести, как раз обратно процессу, рассмотренному выше. Конечные результаты по данным, как Pickering, так и Wöber, от этого не изменяются. Однако, Pickering нашел что физические свойства осадка зависят от способа приготовления. Для опрыскивания необходимо, чтобы осадок был насколько возможно мелок, так как чем мельче частицы, тем лучше они держатся на растении. Наилучших результатов он достигал путем прибавления наиболее концентрированного раствора медного купороса к взвешенной в воде извести. Другие авторы придают меньшее значение способу приготовления удовлетворительной Бордосской смеси. Butler (10) получал плохое осаждение только при употреблении концентрированных растворов без предварительного разбавления. Все авторы сходятся, однако, на том, что при смешивании растворов при нормальной комнатной температуре, получается осадок низкого качества.

Ввиду существования промежуточной стадии временной щелочности имеются два типа Бордосской смеси: нейтральный и щелочной. Были описаны также и кислые разновидности Бордосской смеси, но, строго говоря, они принадлежат к нейтральному типу. Нейтральная Бордосская смесь приготовляется путем прибавления извести в количестве достаточном, чтобы полностью нейтрализовать медный купорос, но слишком малом, чтобы обеспечить неизменно щелочную реакцию. Так как продажные сорта извести не всегда свободны от примесей, то приходится брать дозу извести, несколько превышающую теоретическую: для нейтральной Бордосской смеси отношение кристаллического медного купороса к негашеной извести должно приблизительно составлять 10 : 3, а для основных сортов не ниже 10 : 5.

Из нейтральных сортов Бордосской смеси наибольшим распространением пользуется рецепт, рекомендуемый Pickering'ом, который он считает более действительным, чем старый „нормальный" раствор 1,6 (см. ниже). Он прибавляет чистый раствор едкой извести к раствору медного купороса до тех пор, пока медь не осядет полностью, что может быть обнаружено путем отсутствия характерного окрашивания при прибавлении желтой кровяной соли. Подобный же

рецепт был предложен в Италии Cavazza (10) в 1886 году и нашел там себе применение. Рецепт 1887 года, предложенный Millardet и Gayon, о котором говорилось выше, тоже принадлежит к нейтральному типу.

Чаще всего для приготовления Бордосской смеси смешивают равные весовые части медного купороса и негашеной извести. При этом соотношении получается смесь определенно щелочного типа. До настоящего времени при приготовлении Бордосской смеси употребляется кристаллический медный купорос и негашеная известь, которая, будучи погашена, дает хорошее известковое молоко. Обычно в рецептах приводится весовое количество медного купороса, весовое количество негашеной извести и необходимый объем воды. Таким образом, 1% Бордосская смесь, приготовленная из равных весовых частей обоих составных веществ обозначается в Англии следующим образом: 10 : 10 : 100, где 100 обозначает 100 галлонов воды.[1]) Состав, который Salmon (11) предложил для опрыскивания картофеля в Англии, выражается так: 14 : 9 : 100 — это щелочная смесь, несколько более слабого раствора щелочного характера, а старая „нормальная“ смесь 1,6 будет 16 : 16 : 100.

Наиболее подходящая концентрация Бордосской смеси зависит от индивидуальности и возраста растений, для которых она предназначена. При этом трудно дать какие либо общие правила, разве что для более молодой и нежной листвы приходится брать более слабые растворы, чтобы избежать ожогов. Говорится также, что более щелочные растворы менее опасны в смысле повреждения растений, но этот вопрос мы рассмотрим ниже (стр. 102).

Приготовление Бордосской смеси в обычных хозяйственных условиях связано с большими хлопотами; для устранения некоторых неудобств сделано не мало практических предложений. Ricaud (12) предлагает заготовлять запасный раствор 10% медного купороса, который можно сохранять неопределенное время. Часто затруднительно сохранить до нужного времени негашеную известь, поэтому Goodwin и Salmon (13) предложили употреблять чистую продажную гашеную известь (т. е. гидрат окиси кальция). Holland, Dunbar и Gilligan (13a) находят также возможным с успехом заменять негашеную известь хорошими сортами гашеной, но чтобы получить более мелкий осадок желательно дать взвешенной гашеной извести постоять некоторое время до прибавления раствора медного

---

[1]) [Галлон воды весит 10 английских фунтов, т. е. составляет около $2^1/_3$ литров. Так как все меры в этих рецептах подразумеваются английские, то они обозначают лишь пропорцию, где последний член должен быть увеличен в 10 раз. Таким образом, во всех этих рецептах последним числом собственно должно быть 1000, а не 100. *И. Ф.*].

купороса. Но долгое хранение не рекомендуется, так как от действия воздуха она быстро переходит в углекислые соединения. Неудобства, связанные с кустарным приготовлением Бордосской смеси, побудили многих употреблять покупные смеси. Высушенный осадок обыкновенной Бордосской смеси далек от совершенства, но Pickering (14) считает, что осадок нейтральных растворов смеси может быть употребляем. Основная сернокислая соль $CuSO_4 3CuO$, растворяясь в воде, образует трудно размешивающиеся комки, но более объемистый осадок $CuSO_4 \cdot 9CuO$ образует раствор, мало отличающийся от первоначальной Бордосской смеси. „Бордорит", Бордосская паста, приготовленная таким способом, заслужила похвальный отзыв со стороны английских садоводов и огородников.

Далее, большим недостатком Бордосской смеси является необходимость пускать ее в дело тотчас по изготовлении. При хранении сильно изменяются физические свойства образующегося осадка Бордосской смеси желатинообразного, плотно пристающего к растению; осадок нейтральной Бордосской смеси гранулируется, а осадок основной смеси получает определенно кристаллическую форму. Сернокислый кальций образует длинные игольчатые кристаллы, а медные соединения дают характерные сферические кристаллы. Таким образом, вследствие изменения своих физических свойств, смесь весьма быстро делается непригодной к употреблению.

10. Butler, O., Phytopath., **4**, 1914 : 125.
11. Salmon, E. S., Journ. Bd. Agric., **24**, 1917 : 265.
12. Ricaud, J., Journ. d'Agric. prat., **51** (I), 1887 : 90.
13. Goodwin, W. and Salmon, E. S., Journ. Min. Agric., **34**, 1927 : 517.
13a. Holland, E. B., Dunbar, C. O. and Gilligan, G. M., Journ. Agric. Res., **34**, 1927 : 677.
14. Bedford, D. and Pickering, S. U., Science and Fruit Growing. London, 1919 : 177.

Действие на грибки. Сера обычно применяется только против эктофитных грибков, а Бордосская смесь является столь сильным фунгисидом, что может быть применяема и против грибков эндофитных. Бордосская смесь, вообще говоря, не убивает грибка, так как она не входит в соприкосновение с его мицелием; зато значительно ее профилактическое действие и именно с ним нам придется иметь дело.

В главе II мы видели всю сложность процесса внедрения грибка внутрь растения; неудивительно поэтому, что для объяснения предохранительного действия Бордосской смеси предложен целый ряд теорий. С одной стороны, некоторыми теориями предусматривается действие Бордосской смеси на растение хозяина, вследствие чего

действие его на грибок является косвенным. Rumm (15) предполагает, что лозы, подвергшиеся опрыскиванию, делаются более сильными и здоровыми, а поэтому и более выносливыми по отношению к грибку. Swingle (16) считает, что среди других причин, объясняющих предохранительное действие Бордосской смеси, известную роль может играть то обстоятельство, что гифа грибка из прорастающей споры погибает при соприкосновении с медью, поглощенной кутикулой или другими частями растения. Далее, присутствие меди в кутикуле растения затрудняет проникновение грибка внутрь или вследствие явлений хемотропизма, или вследствие некоторых реакций с энзимами, выделяемыми грибком. Swingle считает также, что присутствие меди на поверхности листа может затруднить проникновение гифы грибка при помощи явлений отрицательного хемотропизма.

Хотя и нельзя отрицать возможности косвенного действия Бордосской смеси через растение-хозяина, но таким образом нельзя объяснить совершенно определенное токсическое действие ее на споры некоторых грибков; хорошо известно, что возможно задержать прорастание спор некоторых грибков без всякого участия растения-хозяина. Это действие было известно уже Prévost (17), который еще в 1807 году установил, что медный купорос в растворе 1 : 400.000 препятствует прорастанию спор головни. Естественно, что в этом процессе важно проследить образование растворимых соединений меди [1]) из нерастворимых медных солей Бордосской смеси.

Millardet и Gayon изучили образование растворимой меди путем воздействия на осадок Бордосской смеси углекислоты или углекислого аммония. Аналогичные реакции получаются после опрыскивания растений Бордосской смесью; указанные авторы считают, что растворимая медь получается из нерастворимых соединений под влиянием углекислоты воздуха и следов аммиачных солей, заключающихся в дождевой воде. Эта гипотеза была подтверждена путем анализа дождевой воды, стекающей с опрысканной листвы: в ней были обнаружены растворенные соли меди. Далее они установили, что растворимая медь образуется по прошествии определенного промежутка времени, продолжительность которого зависит от избытка водной окиси кальция в данном составе Бордосской смеси. Таким образом, растворимая медь образуется при переходе свободного избытка извести в углекислые соединения.

---

[1]) Термин „растворимая медь“ требует уточнения, так как существуют растворимые соединения меди, существенно отличные от ионизированной меди, т. е. иона меди, положительно заряженного, каким он является в растворах медного купороса.

Образование растворимых соединений меди воздействием атмосферного воздуха представляет собою самое простое объяснение фунгисидных свойств Бордосской смеси; в этом виде оно и было принято целым рядом исследователей со времени Millardet. Kelhofer (18) изучал вопрос о задержке на поверхности растения разных медь-содержащих составов для опрыскивания он считает, что причиною исчезновения отложившегося на поверхности листьев слоя является растворимость медных солей в дождевой воде; при этом он заметил существование обратной пропорциональности между растворимостью и степенью щелочности состава. Pickering (19) поддерживает этот взгляд и дает следующее уравнение для происходящих реакций:

$$(1)\ 2(5CuSO_4 \cdot 15CuO) + 15CO_2 = 15\ CuCO_3 \cdot CuO + 10\ CuSO_4$$
$$(2)\ 2CuSO_4 \cdot 18\ CuO + 9CO_2 = 9(CuCO_3 \cdot CuO) + 2CuSO_4$$

Из этих уравнений явствует, что при наличии соединения $Cu\ SO_4 \cdot 3CuO$ путем действия углекислоты переводится в растворимое состояние 25% первоначального количества медного купороса; при наличии же соединения $CuSO_4 \cdot 9CuO$ в такое состояние переходит только 10%. Поэтому Pickering считает, что Бордосская смесь, дающая только соединение $CuSO_4 \cdot 3CuO$, будет наиболее действительной. Он поставил ряд опытов с различными основными сернокислыми солями меди для выяснения относительного количества меди, переводимой в растворимое состояние действием углекислоты: оказалось, что фунгисидные свойства тройной основной соли меди в двенадцать и даже в восемнадцать раз превышают свойства обычных сортов Бордосской смеси.

К сожалению, действие углекислоты на осадок Бордосской смеси много более сложно, чем в только что приведенной схеме. Сам Pickering признает, что конечный результат усложняется от присутствия побочных продуктов — сернокислого и углекислого кальция. Gimingham (20) повторил опыты Pickering'а: он нашел, что медь, перешедшая в растворимое состояние из осадка Бордосской смеси путем действия углекислоты, снова осаждается целиком при удалении углекислоты. Это вторичное осаждение, в случае наличия сернокислых соединений более основных, чем $4CuO \cdot SO_3$, он объясняет реакцией между образовавшимися растворимым медным купоросом и избытком основной сернокислой соли: при этом образуется нерастворимая сернокислая соль менее основного характера. Если имеются сернокислые соединения только состава $4CuSO_4 \cdot 3CuO$, то вторичного осаждения не наблюдается: Gimingham считает, что при этом образуется основная углекислая соль меди, с которою

через некоторое время вступает в соединение растворимая медная соль. Из всех своих работ Gimingham выводит следующее заключение: из соединений, имеющихся на лицо в Бордосской смеси, действием избытка углекислоты часть меди с совершенной несомненностью переходит в раствор; из этого, однако, не следует, что фунгисидные свойства состава объясняются переходом в растворимое состояние медных солей под действием атмосферной углекислоты.

Переход нерастворимых медных солей Бордосской смеси в растворимое состояние может произойти еще под влиянием какой-нибудь секреции либо растения-хозяина, либо спор и ростков грибка. Обе эти возможности высказал Barth (21); к первой из них присоединился Clark (22): он объясняет растворяющим действием секреции растения на осадок не только токсичность Бордосской смеси для грибка, но и ожоги растений, иногда наблюдающиеся при опрыскивании. Bain (23) объясняет частые ожоги листьев персика при опрыскивании Бордосской смесью тем, что выделения листьев персика растворяют часть осадка. С другой стороны, Ruhland (24) отрицает существование связи между секрецией растения и фунгисидными свойствами Бордосской жидкости; последние он объясняет исключительно выделением грибка: споры грибка, путем эксосмоса, выделяют вещества, обусловливающие их собственную гибель. Schander (25) в результате своих опытов также считает, что на листьях не может образоваться количества растворимых медных солей, достаточного для гибели грибка; вещество, растворяющее осадок, происходит от самого грибка. Barker и Gimingham (26) не высказываются определенно по этому вопросу: они считают, что крайне трудно подобрать листья, предварительно не поврежденные. Между тем, вещества, выделяемые из таких механически поврежденных мест, по их мнению, способны растворять осадок Бордосской смеси. Bedford и Pickering (27) подтверждают, что совершенно нетронутые листья не обнаруживают растворяющего действия, между тем, как поврежденные могут растворять осадок.

Вторую гипотезу, именно, что медь переводится в раствор выделениями грибка, поддерживает не только Clark, но, как мы видели, также и Ruhland и Schander. Эту гипотезу с особой тщательностью разобрали Barker и Gimingham: они удивляются, как, вообще говоря, можно отрицать растворяющее действие грибка. В виду этого они придают особенное значение возможно более тесному соприкосновению частиц медных солей с грибком: чем более тесно будет это соприкосновение, тем более вероятна гибель грибка. Этот взгляд подвергли жестокой критике Bedford и Pickering.

а позднее Schmidt (28); Ruhland, прибавляя к Бордосской смеси споры некоторых грибков, заметил образование растворимых соединений меди; между тем их появление объясняется просто действием атмосферной углекислоты. Barker и Gimingham показали, что токсичность свеже приготовленных растворов Бордосской смеси по отношению к конидиям *Nectria ditissima* Tul. не изменяется даже при отсутствии углекислоты; Schmidt получил результаты противоположные, а именно, что количество переведенной в растворимое состояние меди зависит исключительно от присутствия углекислоты, и нисколько не зависит от присутствия грибковых спор.

Schmidt снова указывает на забытую связь между щелочностью Бордосской смеси и ее фунгисидными свойствами. Этот взгляд был источником разногласий во Франции (29) в 1920 году.

Villedieu предлагал заменить медный купорос более дешевым сернокислым соединением, так как, по его мнению, фунгисидные свойства Бордосской смеси зависят от ее щелочности; опыты с такой заменой оказались неудачными. Таким образом, трудно согласиться со взглядом Schmidt'а, что токсичность Бордосской смеси зависит как от перехода меди в раствор, так и от щелочности и, тем более, что только после перехода свободной щелочи в углекислые соединения осадок растворяется под действием углекислоты.

Наконец, Dubois (30) объясняет фунгисидные свойства Бордосской смеси действием ее в качестве катализатора. В присутствии кислорода, растворенного в росе, медь действует, как оксидазы или пероксидазы, в результате чего и получается гибель грибка. К этому присоединился впоследствии и Hooker (31).

Резюмируя все сказанное, мы можем утверждать, что фунгисидные свойства Бордосской смеси зависят от образования растворимой меди, вероятно, в виде электроположительного иона меди, и что медь переходит в растворимое состояние под влиянием одной из трех причин:

1) под действием углекислоты и солей аммония, заключающихся в дожде или росе;

2) выделений или растворяющего действия грибной споры;

3) выделений здоровой или поврежденной поверхности растения.

Растворимая медь вызывает гибель грибка или непосредственно или косвенно, впитавшись в ткани растения и не допуская, таким образом, внедрения споры.

15. Rumm, C., Ber. d. D. bot. Ges., **13**, 1895 : 189.
16. Swingle, W. T., U. S. Dept. Agric., Div. Veg. Phys. and Path., Bull. 9, 1896.

17. Prévost, B., Mémoire sur la cause immédiate de la Carie ou Charbon des Blés, Montauban, 1807.
18. Kelhofer, W., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **17,** 1907 : 1.
19. См. 14: Bedford,, D. and Pickering, : 176.
20. Gimingham, C. T., Journ. Agric. Sci., 4, 1911 : 69.
21. Barth, M., Die Blattfallkrankheit der Reben und ihre Bekämpfung, 4 — th ed., Gebweiler 1896.
22. Clark, J. F., Bot. Gaz. **33**, 1902 : 26.
23. Bain, S. M., Tennessee Agric. Expt. Sta., Bull. 15, 1902 : 21.
24. Ruhland, W., Arb. a. d. biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtsch., **4**, 1904 : 154.
25. Schander, R., Landw. Jahrb., **33**, 1904 : 517.
26. Barker, B. T. P. and Gimingham, C. T., Journ. Agric. Sci., **4**, 1911 : 76.
27. См. 14 Bedford, D. and Pickering, S. : 188.
28. Schmidt, E. W., Centralbl. f. Bakt. (II), **61**, 1924 : 356.
29. Compt. rend. Acad. d'Agric. France, **6**, 1920 : 762.
30. Dubois, R., реферат Rev. Appl. Mycol., **3**, 1924 : 762.
31. Hooker, H. D., реферат Rev. Appl. Mycol., **4**, 1925 : 559.

Влияние на растение. Влияние опрыскивания Бордосской жидкостью на развитие растения может сказаться, по крайней мере, в двух направлениях: во-первых, на физиологической активности листьев, во-вторых, в смысле причинения ожогов. Первый вопрос представляет собою частный случай физиологической реакции со стороны растения на действие слоя химического вещества, оставшегося после опрыскивания или опыления; но эта реакция изучалась, главным образом, именно при применении Бордосской смеси и естественно изложить результаты этих исследований именно здесь.

Мы уже говорили об увеличении крепости и выносливости лозы, опрысканной Бордосской смесью, что впервые заметил Rumm (32). Он отмечает, что листья, подвергшиеся опрыскиванию, имели больше хлорофилла, при чем хлоропласты были мельче, но зато многочисленнее, паренхима была толще, а ткани были активнее. Его наблюдения подтвердили Frank и Krüger (33), получившие те же результаты при наблюдениях над картофелем, опрысканным Бордосской смесью. Далее, они нашли, что в результате повышенной активности, опрысканные листья содержали днем большее количество крахмала, чем листья не опрысканные. Zucker (34) исследовал влияние Бордосской смеси на целый ряд растений и не только подтвердил полученные выше результаты, но и установил большую испарительную способность опрысканных листьев. Rumm считает, что повышенная активность под влиянием Бордосской смеси объясняется химическим раздражением, причиняемым солями меди, отложившимися на поверхности листьев; Zucker считает, что раздражение от медных солей имеет электрический характер, так как опрыскивание одним известковым молоком дает совершенно

иную физиологическую картину. Aderhold (33) приписывает возбуждающее действие Бордосской смеси присутствию в ней железа, а Schander (25) возвращается к взглядам Swingle (16), утверждая, что мельчайшие частицы меди, проникая в ткани растения, производят изменения в пищевом режиме и газовом обмене.

Schander далее высказывает предположение, что физиологические последствия опрыскивания Бордосскою смесью могут быть объяснены предохранительным действием осадка против солнечных лучей. Ewert (36) также считает, что это затеняющее действие имеет крупное значение. В более ранней статье (37) он объясняет увеличение количества крахмала в течение дня у подвергшихся опрыскиванию листьев уменьшением диастатической активности под влиянием солей меди. Однако, позже, благодаря тому, что благоприятные физиологические результаты опрыскивания Бордосской смесью проявляются лишь в период летнего бездождья, он переменил свое мнение и указал, что, как следствие затенения, наблюдается уменьшение газового обмена. Он наблюдал огромное увеличение содержания сахара в подвергшейся опрыскиванию смородине, что он также объясняет уменьшением газообмена; ассимиляция, по его мнению, от действия опрыскивания скорее уменьшилась, чем возросла.

Действие Бордосской жидкости на газообмен и ассимиляцию привлекло к себе сугубое внимание; вопрос рассматривался преимущественно с физической, а не с химической точки зрения; поэтому можно думать, что те же результаты получатся не только при опрыскивании Бордосской жидкостью, но и другими составами, которые оставляют на листьях осадок.

Что касается действия опрыскивания на газообмен, то имеются противоположные мнения: Rumm и Ewert наблюдали уменьшение газообмена под влиянием Бордосской смеси, а Frank и Krüger и Zucker, наоборот, увеличение. Далее тот же вопрос изучали Duggar и Cooley (38), Martin (39), Shive и Martin (40), Duggar и Bonns (41) и все они установили увеличенный газообмен. Cadoret (42) приписывает сохранение зеленого цвета опрысканной Бордосской смесью виноградной лозы даже в сухие сезоны уменьшению газообмена и испарения. Lutman (43) считает, что газообмен несколько увеличивается после опрыскивания, с другой же стороны он самым широким образом связан с внешними условиями; Butler (44) же, подтверждая увеличение газообмена, объясняет его недоступностью для солнечных лучей осадочного слоя после опрыскивания; это увеличение будет, поэтому, замечаться только при непосредственном воздействии солнечных лучей. При этих условиях опрысканные растения охлаждаются более медленно,

а поэтому газообмен происходит свободнее. Dutton и Wells (45) объясняют уменьшение размеров некоторых сортов вишен после опрыскивания их Бордосской смесью увеличением газообмена. Это уменьшение наблюдается в менее резкой форме в года с обильными осадками.

Сделать общие выводы из этих противоречивых показаний довольно затруднительно. Если мы считаем, что газообмен зависит исключительно от испаряемости, то мы можем предположить, что пленка, оставляемая Бордосскою смесью, уменьшит количество воды, теряемое растением через испарение. Именно такого взгляда придерживался Clinton (46), который заметил благоприятное влияние опрыскиваний Бордосской смесью на рост свободного от грибных болезней картофеля и объясняет это лучшим сохранением влаги, вследствие закупорки устьиц осадком, оставшимся после опрыскивания. Но, конечно, газообмен — это не одно только испарение, а сложный физико-химический процесс, тесно связанный со всеми проявлениями жизни растения. При этих обстоятельствах мы можем утверждать, как это делает и Butler (44), что более медленное охлаждение растения под влиянием затеняющего воздействия осадка может увеличить газообмен: потеря воды при этом взгляде на газообмен сильнее регулируется температурой, чем при предположении, что она зависит исключительно от относительной влажности воздуха. Можно даже утверждать, что изменения в физико-химическом газообмене объясняются хемотропическим или близким к нему действием покрывающего растения слоя. С этой точки зрения возможно объяснить увеличение газового обмена, несмотря на то, что устьица и водяные поры растения закупориваются осадком.

Еще большие противоречия вызывают новейшие исследования причин ожигания верхушек у картофеля (Tip burn). Lutman (47), считает, что эта болезнь вызывается чисто физиологическими причинами, именно слишком большой потерей воды листьями при сильной жаре или значительной инсоляции. С этой болезнью можно бороться при помощи мер, понижающих потерю воды. В своей более ранней статье Lutman (46) доказал благоприятное действие Бордосской смеси, предохраняющее растение от слишком раннего появления обжигания верхушки. Heald (49) объясняет это либо затеняющим действием осадка Бордосской смеси, либо уменьшением газообмена.

Довольно трудно связать результаты, которые получил Lutman, с обычными взглядами, что применение Бордосской смеси увеличивает газообмен. Вообще говоря, после опрыскивания Бордосской смесью с несомненностью наблюдается большая испаряемость растения, но, с другой стороны, могут иметь значение и взгляды Butler'a

о непроницаемом осадочном слое, а поэтому крайности,—как черезчур низкий, так и черезчур высокий газовый обмен,—бывают резче выражены в неподвергшемся опрыскиванию растении. Поэтому применение Бордосской смеси не всегда повышает, но иногда и снижает кривую газообмена.

Картофель на своей родине является тенелюбивым растением, на что указывают и имеющиеся на листьях устьица; под влиянием слишком высокой температуры и сильной инсоляции потеря воды через испарение переходит границы безопасности. Благоприятное действие Бордосской смеси объясняется снижением черезчур высоких частей кривой газового обмена, от которых и зависит появление обжигания верхушек. Хотя общее количество испаренной воды в результате повышенного газообмена и увеличилось, но испаряемость стала более равномерной, вследствие чего и прекратилось отмирание тканей растения вокруг устьиц.

Разноречивы и указания на влияние Бордосской смеси на ассимиляцию углерода: Frank и Krüger (33) наблюдали увеличение ассимиляции, а Schander (25), наоборот, уменьшение. Этот вопрос исследовал также Amos (50): он нашел, что сначала наблюдается временное уменьшение; далее он считает, что, вследствие закупорки части устьиц частицами осадка, меньшие количества воздуха, а вместе с ним и углекислоты диффундируют в межклеточные пространства листа. Автор не делает попыток связать это явление с действием Бордосской смеси на хлорофилл, с наблюдаемым увеличением отложения крахмала или с изолирующим и затеняющим действием осадочного слоя.

Причины удлинения периода роста растения, опрысканного Бордосской смесью, и более долгое сохранение им зеленого цвета также были предметом многочисленных исследований. Факты эти не подвергаются никаким сомнениям и на них можно построить некоторые практические мероприятия. Edgerton (51) считает, что более раннее опадание листьев на неопрысканных томатах имеет следствием более быстрое появление плодов, что может быть достигнуто и искусственным подрезанием листьев. Задержка листьев на опрысканных растениях дает более мощный вегетативный рост и более медленное развитие, а вследствие этого и более позднее созревание плода.

Конечно, возможно, что эти последствия объясняются затеняющим действием осадка Бордосской смеси, но вернее, как полагает Rumm, что дело осложняется некоторыми химическими действиями.

Rumm считал, что медь не проникает внутрь тканей растения, так как после тщательной промывки листьев и последующего

сожжения их, при спектроскопическом исследовании золы, не было обнаружено присутствия меди. Chuard и Porchet (52) впрыскивали разведенный раствор медных солей внутрь тканей растения и установили, что стойкость листвы и зеленой окраски наблюдается и в этом случае. Что некоторое количество солей меди проникает в глубину тканей листьев, видно из работ Ewert'а (36) над запаздыванием отложения крахмала в опрысканных листьях; он объясняет это явление действием меди на диастаз. Наконец, Bedford и Pickering (53) погружали неповрежденные листья в слабый раствор солей меди: при этом наблюдался переход солей железа из растения в раствор в результате обменной реакции, т. е. было доказано поглощение меди листьями.

Таким образом, физиологический эффект опрыскивания Бордосской смеси можно разбить на две составные части: во-первых, чисто физическое затенение или закрытие устьиц, которое может быть достигнуто любым материалом, применяемым в защите растений; во-вторых, влияние соединений меди, отложенных на поверхности растения или поглощенных его тканями. Закрытие устьиц опрысканных листьев имеет следствием временное уменьшение ассимиляции углерода и может вызвать при некоторых условиях понижение газового обмена, по сравнению с неопрысканными листьями. Вследствие затеняющего действия осадочного слоя увеличивается количество испаряемой воды ввиду более медленного охлаждения опрысканных листьев.

Поглощение меди, особенно через поврежденные места листьев (см. ниже), не подлежит сомнению; оно, в свою очередь, влияет на ассимиляцию и газовый обмен, на образование хлорофилла и, наконец, на отложение крахмала. Как результат всех этих действий, наблюдается более замедленный рост растения и более долгое сохранение зеленого цвета листвы, подвергшейся опрыскиванию.

32. Rumm, C., Ber. d. D. bot. Ges., **11**, 1893: 79.
33. Frank, B., Krüger, F., реферат Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **5**, 1895: 34.
34. Zucker, A., Beitrag zur direkten Beeinflussung der Pflanzen durch die Kupfervitriol-Kalkbrühe, Stuttgart, 1896.
35. Aderhold, R., Centralbl. f. Bakt. (II) **5**, 1899: 217, 254.
36. Ewert, R., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **22**, 1912: 257.
37. Он-же, Landw. Jahrb., **34**, 1905: 233.
38 Duggar, B. M. and Cooley, J. S., Ann. Missouri Bot. Gard., **1**, I, 1914: 351.
39 Martin, W. H., Journ. Agric. Res., **7**, 1916: 529.
40. Shive, J. W. and Martin, W. H., Plant World, **20**, 1917: 67.
41. Duggar, B. M. and Bonns, W. W., Ann. Missouri Bot. Gard., **5**, 1918: 153.
42. Cadoret, A., Progrès agric. et vitic., **39**, 1918: 319.
43. Lutman, B. F., Vermont Agric. Expt. Sta., Bull. 196, 1916.
44. Butler, O., New Hampshire Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 21, 1922.

45. Dutton, W. C. and Wells, H. M., реферат Expt. Sta., Rec. **51**, 1924: 536.
46. Clinton, C. P., Conn. Agric. Expt. Sta., 33—34 Ann. Rpt., 1909—10: 739.
47. Lutman, B. F., Phytopath., **12**, 1922: 305.
48, Lutman, B. F., ibid., **6**, 1916: 108.
49. Heald, F. D., Manual of Plant Diseases, New York, 1926: 144.
50. Amos, A., Journ. Agric. Sci., **2**, 1907: 257.
51. Edgerton, C. W., Louisiana Agric. Expt. Sta., Bull. 164, 1918.
52. Chuard, E. et Porchet, F., Arch. Sci. phys. nat. **14**, 1902: 502 и **15**, 1903: 91.
53. См. 14: Bedford D. and Pickering, S.: 188.

Повреждение растений после опрыскивания. Повреждение растений после опрыскивания Бордосской смесью—явление далеко не редкое. К счастью, большая часть этих случаев относится к определенным видам растений, которые являются наиболее чувствительными по отношению к Бордосской смеси и для этих растений применение этой смеси вышло из употребления. Salmon (54) приводит целый список сортов яблок, которые в Кенте повреждаются Бордосской смесью; для уничтожения парши (*Venturia inaequalis* Winter), встречающейся на этих сортах, приходится употреблять серно-известковую смесь.

Первыми признаками повреждений, наблюдающимися после опрыскивания Бордосской смесью, являются коричневые пятна на листьях и плодах. На плодах, особенно на яблоках, эти пятна появляются иногда в столь большом количестве, что наблюдается „коричневатость“ их [и, в конечном результате,—более или менее сильное развитие пробковой ткани. *А. Я.*]. Обычно это повреждение появляется при применении Бордосской смеси в период образования молодого плода и оно не столь велико, чтобы заметно снизить рыночную стоимость плодов; известны даже случаи (55), когда слабо коричневые яблоки ценились выше, чем обыкновенные. В более серьезных случаях плоды могут, однако, дать трещину или приобрести уродливую форму. Коричневые пятна на листьях имеют второстепенное значение; но, когда они очень многочисленны, то промежутки между ними могут тоже пожелтеть и лист падает. У персика происходит стягивание поврежденной ткани и в результате образуются дыры.

Образование коричневых пятен обычно объясняется проникновением растворимых солей меди внутрь тканей растения через места, поврежденные насекомыми или грибком (56). Barker и Gimingham (26) придают большое значение растворяющему действию соков растения, выделяющихся через место механического повреждения; при употреблении Бордосской смеси весною наблюдается меньшее повреждение листьев, чем в более позднее время года: это они

объясняют тем, что листья весною здоровее и менее повреждены. Однако, действие Бордосской смеси зависит не только от количества повреждений, нанесенных механическим путем насекомыми и грибками, но и от индивидуальности растения, как это указано выше. Clark (22) также связывает появление ожогов после опрыскивания с поглощением тканями растения растворенных медных солей; степень повреждения он ставит в зависимость от: 1) специфической чувствительности протоплазмы; 2) растворяющего действия клеточного сока и 3) проницаемости эпидермиса или кутикулы. Он придерживается мнения, которое разделяет Bain (23), что медь может проникать непосредственно через ткани растения. Последний автор объясняет большую чувствительность персика и японской сливы большим растворяющим действием сока листьев на нерастворимый осадок Бордосской смеси [1]).

Можно было ожидать известной корреляции между чувствительностью растения к деятельности насекомых или грибков и восприимчивостью к Бордосской смеси; Hendrick (57), однако, показал, что нечувствительность некоторых сортов яблок к Бордосской смеси не дает параллельной невосприимчивости к заболеванию паршей. Он нашел, что пятна на плодах (первая стадия ожога Бордосской жидкостью) располагаются у устьиц и основания волосков, но объяснения способа проникновения растворимых солей меди внутрь тканей растения он не дает.

Далее, погода может оказывать свое влияние на степень повреждаемости растений Бордосской жидкостью; является ли это влияние прямым или косвенным, т. е. при посредстве самого растения,—не известно. Hendrick наблюдал, что ненастная погода увеличивает степень повреждаемости.

Давно было установлено, что чистые растворы медного купороса вызывают особо опасные ожоги; естественно, поэтому, что для уменьшения повреждений предлагалось вводить избыток извести. Считали, что избыток извести задерживает переход меди в растворимое состояние. И, действительно, мы находим, что для более чувствительных растений выгоднее применять сорта Бордосской смеси с большим содержанием извести. Так, например, в Англии, для сортов яблок, которые повреждаются смесью состава 4:4:50, можно рекомендовать смесь 4:12,5:50 (55). Sanders и Brittain (56), для

---

[1]) Действие веществ, употребляемых для опрыскивания, часто пытаются объяснить реакциями с выделениями листьев. Во многих случаях, например у бобов (*Phaseolus spp.*) и у некоторых Malvaceae установлено существование щелочных выделений; у других растений, например, у *Fuchsia* и *Oenothera* выделения имеют кислую реакцию.

устранения ожогов рекомендуют не только применять более основные смеси, но и уменьшать общее количество меди; для первоначального опрыскивания они предлагают состав 3:10:40, для последующих — 2:10:40.

Другие же исследователи считают, что повреждения не устраняются применением более основного состава. Hendrick указывает, что интенсивность ожогов зависит исключительно от количества меди, заключающейся в смеси, а избыток извести не предохраняет растение от повреждений, и даже заметно не уменьшает их. Позже также и Adams (59) установил, что избыток извести не уменьшает ожогов, причиняемых Бордосской смесью.

54. Salmon, E. S., Journ. S. E. Agric. Coll., 20, 1911 : 408.
55. Min. Agric. and Fish. Leaflet 131, Revised 1926.
56. Crandall, C. S., Illinois Agric. Expt. Sta., Bull. 135, 1909.
57. Hendrick, U. P., New York State Agric. Expt. Sta., Bull. 287, 1907 : 103.
58. Sanders, G. E., and Brittain, W. H., Proc. Entom. Soc. Nova Scotia, 4, 1918 : 6.
59. Adams, J. F., реферат Expt. Sta. Rec., 50, 1924 : 449.

Ингредиенты. Довольно странно, что сравнительно мало интересовались введением в Бордосскую смесь веществ, способствующих смачиванию; большинство наиболее распространенных в настоящее время составов не допускает такого введения. Вообще говоря, осадок правильно приготовленной Бордосской смеси достаточно плотно прилегает к растению, и прибавление смачивающих или клейких веществ может быть излишним, но, с другой стороны, следует отметить, что Vermorel и Dantony (60) сначала рекомендовали прибавление казеина или желатина именно к Бордосской смеси.

Crandall (56) подверг исследованию физические свойства смесей медного купороса и извести разного состава и установил, что наиболее плотно пристают частицы состава, приготовленного из равных количеств кристаллического медного купороса и негашеной извести. Может быть именно поэтому наибольшим успехом пользуется состав „равного количества извести". Бордосские смеси нейтральные и повышенной щелочности менее плотно пристают к листьям.

Удержание осадка Бордосской смеси зависит не только от плотности прилегания его на листьях. После опрыскивания быстрота его исчезновения с поверхности растения зависит от растворяющих свойств дождя и росы. На это обратил внимание в своих исследованиях Kelhofer (61), изучая растворяющее действие углекислоты и азотнокислого аммония на осадок Бордосской смеси. Он установил падение растворимости при повышении щелочности. Эти обстоятельства позволяют ослабить потерю меди с поверхности листьев

применением более щелочного состава. Capus (62) считает, что кислая (и нейтральная) и основная Бордосская смеси обладают одинаковыми физическими свойствами, но по прошествии двадцати дней или после сильного дождя основные составы лучше сохраняют свои свойства.

Если все же применение вещества, способствующего смачиванию, будет признано необходимым, то прибавление мыла исключается, так как оно вступает в реакцию со свободной водной окисью кальция. Pickering считает прибавление сапонина из коры *Quillaia* невыгодным вследствие какой то необъясненной химической реакции. Прибавление казеина к извести по данным Vermorel и Dantony (63) абсолютно не годится для щелочной смеси состава 2:1:100; желатин может быть прибавлен в нейтральный состав.

Имеются данные, что плотность осадка увеличивается при прибавлении некоторых сернокислых солей, например, сернокислого магния (64). Для той же цели Neuweiler (65) предлагает прибавку небольших доз таннина. В Англии не получило широкого применения прибавление какого бы то ни было смачивающего или клейкого вещества.

60. Vermorel, V. et Dantony, E., Compt. rend., **156**, 1913 : 1475.
61. Kelhofer, W.. Zeitschr. f. Pflanzenrankh., **17**, 1907 : 1.
62. Capus, J., Compt. rend. Acad. d'Agric. France, **4**, 1918 : 86.
63. Vermorel, V. et Dantony, E., Bouillies bordelaises, Villefranche, 1919.
64. Villedieu, G. Compt. Rend. Acad. d'Agric. France, **12**, 1926 : 65.
65. Neuweiler, E., рефер. Rev. Apl. Mycol., **6**, 1927 : 48.

Бургундская смесь. Masson (66), столкнувшись с затруднениями при получении подходящего сорта негашеной извести для приготовления Бордосской смеси, предложил в 1887 году нейтрализовать медный купорос при помощи соды (углекислого натрия). Эта замена дала хорошие результаты, и приготовленный таким образом состав получил название Бургундской смеси по местности, где он впервые нашел себе применение. Подобный же состав был применен в Ирландии (67) для опрыскивания картофеля и там получил название Бордосской соды.

Реакции, имеющие место в смеси растворов медного купороса и углекислого натрия, очень сложны; правда, они не подверглись столь обстоятельному изучению, как реакции, происходящие в Бордосской смеси, но то, что до сих пор известно, отличается большой противоречивостью. Основная реакция, как и в смеси известь-медь, представляет собою нейтрализационный процесс: углекислый натрий вступает в реакцию со свободной кислотой, появляющейся от гидролиза медного купороса. При этом выделяется углекислота, принимающая участие во вторичных реакциях. Pickering (68) устанавли-

вает относительное количество углекислого натрия, которое требуется (приблизительно) для полного осаждения меди и обеспечения неизменной щелочности: оба эти явления наблюдаются одновременно при прибавлении 1,6 молекулы углекислого натрия на 1 молекулу медного купороса. Основываясь на единовременности этих явлений, отсутствующих в смеси известь-медь, Pickering считает, что реакции, происходящие в смеси сода-медь, проще; он предлагает следующее уравнение:

$$10 CuSO_4 + 16 Na_2CO_3 + 6H_2O = 10CuO.4CO_2 + 10Na_2SO_4 + 12NaHCO_3.$$

Выделившаяся углекислота в соединении с углекислым натрием дает двууглекислый натрий. Mond и Heberlein (69) также изучали эти реакции: они прибавляли небольшие количества углекислого натрия к слабым растворам медного купороса и получали нейтральную жидкость при прибавлении 4,58 грамма соды к 4 граммам купороса, что дает отношение молекулярных весов 1:1. Фактически нейтральность получалась уже при 4,25 грамма соды, т. е. при количестве ниже теоретического, так как часть меди осаждалась от гидролиза. Эта смесь содержит, однако, значительное количество меди в растворе, благодаря присутствию углекислоты, как думают указанные авторы. Если удалить углекислоту путем продувания воздуха, в растворе нельзя обнаружить даже следов меди. Дальнейшая прибавка соды дает постоянную щелочность, что подтверждает взгляд Pickering'а об отсутствии в этой смеси фазы временной щелочности; последняя всегда наблюдается в смесях щелочных водных окисей и медного купороса. Числовые соотношения, приводимые Pickering'ом, при нейтральности раствора соответствуют, по мнению упомянутых авторов, минимуму растворенной меди: избыток углекислого натрия связывает углекислоту и, как следствие этого, вся медь осаждается из раствора. При прибавлении углекислого натрия в количестве большем, чем $NaCO_3 \cdot 10H_2O : CuSO_4 \cdot 5H_2O = 1{,}84 : 1$, образуются сложные соединения, содержащие отрицательно заряженную медь, и большее количество ее переходит в раствор.

Согласно Pickering'у, при составе смеси 1 : 1,84 осадок состоит из основной углекислой меди $5CuO \cdot 2CO_2$; он имеет ярко синий цвет, при хранении он постепенно переходит в малахит $2CuO . CO_2$ слабо зеленого цвета; последний не годен для опрыскивания. Mond и Heberlein считают, что смесь состава 4 : 4,25 при 15° C содержит основные сернокислые соли меди и основную углекислую медь. Они придерживаются мнения, что осадок не состоит из определенного соединения меди и что состав его изменяется в зависимости от условий осаждения. Осадок переходит из коллоидального состояния в кристаллическое, присутствие избытка углекислого натрия тормозит

этот переход. Вследствие этого осадки Бургундской смеси с количеством углекислого натрия более, чем 1 : 1,84 дольше сохраняют свой хлопьевидный вид.

Pickering считает соотношение $1:1^3/_4$ (точнее; 1:1,84) наиболее подходящим при приготовлении Бургундской смеси. По данным же Mond и Heberlein'a, наиболее сильными фунгисидными свойствами обладает смесь состава 4:4,25. Составы, применяемые практиками, различны, но обычно на 1% кристаллического медного купороса берут соду в количестве 1—1,4%, т. е. соотношение колеблется от 10:10:100 до 10:14:100; состав с меньшим количеством соды содержит свободный медный купорос; применять его приходится с осторожностью, так как при работе с ним нередко наблюдаются ожоги растений.

Действие на грибки. Фунгисидные свойства Бургундской смеси, так же, как и Бордосской, зависят, повидимому, от присутствия растворимых медных соединений. Хотя смесь и может, как мы видели, содержать небольшие количества растворенной меди, но она быстро осаждается. Предохранительное действие Бургундской смеси зависит от образования новых количеств растворимой меди из основного осадка. Весьма возможно, что выделения грибка или самого растения играют некоторую роль, но обычно считают, что углекислота, содержащаяся в воздухе и выделяемая растением, растворяет основные углекислые и сернокислые соли.

Как и в других составах, содержащих медь, здесь также не удается установить корреляции между силою фунгисидных свойств и количеством соединений меди; такая корреляция, как мы помним, наметилась между силою фунгисидных свойств серных составов и количеством полисульфидной серы. Фунгисидные свойства медных составов зависят не только от степени их токсичности, но еще более от продолжительности их воздействия, что, в свою очередь, зависит от времени задержки осадка на растении. Таким образом, плотность прилегания осадка на поверхности листьев и тут играет первенствующую роль. В общем, осадок Бургундской смеси как будто теснее связывается с растением, чем осадок Бордосской смеси.

В конечном результате эффективность Бургундской и Бордосской смесей можно считать приблизительно равной. Salmon (11) считает их равноценными при борьбе против картофельной гнили (*Phytophthora infestans* DB).

[Свойства Бургундской жидкости подробно изучены у нас Доброзраковой (69а). *А. Я.*].

Влияние на растение. Общераспространенным считается мнение, что Бургундская смесь более опасна для растений, чем Бордосская.

Действие медных соединений одинаково в обоих случаях, но Бургундская смесь содержит, вместо нерастворимых сернокислого и углекислого кальция, — растворимые сернокислый и двууглекислый натрий, а при избытке соды — углекислый натрий. Присутствие этих солей, как указывают Bedford и Pickering (70), может иметь следствием появление ожогов.

Ингредиенты. Все сказанное о Бордосской смеси можно повторить и здесь; прибавление мыла к Бургундской смеси также может быть допущено (71).

66. Masson, E., Journ. d'Agric. prat. (I), **51**, 1887 : 814.
67. Bd. Agric. and Tech. Inst., Ireland, Leaflet 14.
68. Pickering, S. U., Journ. Chem. Soc., **95**, 1909 : 1409.
69. Mond, R. L. and Heberlein, G., ibid., **115**, 1919 : 908.
69a. Доброзракова, Т. Л., Защ. Раст., 1 (3/5), 1924 : 153.
70. См. 14: Bedford, D. and Pickering, S.,: 145.
71. Vermorel, V. et Dantony, E., Compt. rend., **152**, 1911 : 972.

Медно-аммиачные соединения. При прибавлении избытка раствора аммиака к раствору медных солей, аммиак соединяется с медью, образуя медно-аммониевую соль. Медный купорос в растворе разлагается, как мы видели, по двум направлениям: во-первых, в результате нормального электролитического процесса образуются свободные, положительно заряженные ионы меди и эквивалентное число отрицательно заряженных ионов SO_4''; во-вторых, побочная гидролитическая диссоциация дает следы основных соединений меди и свободную серную кислоту. При прибавлении аммиака происходит нейтрализация серной кислоты; процесс совершенно аналогичен тому, который имеет место при прибавлении водной окиси кальция или углекислого натрия. При этом осаждаются основные соединения меди, которые при избытке аммиака снова растворяются, придавая раствору густую синюю окраску сернокислой медно-аммиачной соли. Эта соль подвергается гидролизу, при чем образуются положительно заряженные комплексные ионы меди и аммиака и отрицательно заряженные ионы SO_4''.

Точные свойства медно-аммиачных ионов неизвестны: повидимому, существуют несколько медно-аммиачных соединений с различным содержанием NH_3. Сернокислая медно-аммиачная соль имеет, вероятно, в своем составе $Cu(NH_3)_4^{\cdot\cdot}$ (72). При гидролизе медно-аммиачных солей свободная серная кислота не образуется. При применении сернокислой медно-аммиачной соли отсутствуют два вещества, причиняющие повреждения растений: свободная растворенная медь и свободная серная кислота. Но сернокислая медно-аммиачная соль разлагается после опрыскивания, образуя основные соединения меди,

которые, в свою очередь, медленно выделяют растворимую медь; в виду этого она обладает фунгисидными свойствами.

72. Dawson, H. M., Journ. Chem. Soc., 89, 1906: 1666.

Медный купорос с аммиаком. Audoynaud (73) в 1885 году впервые ввел в употребление жидкость насыщенно-голубого цвета, получаемую путем прибавления избытка аммиака к раствору медного купороса. Эта смесь получила сначала название „Небесной воды" вследствие своего великолепного небесно-голубого цвета; затем ее стали называть „азурин". Смесь эта очень нестойка; чтобы избежать осаждения, требуется значительный избыток аммиака. Вследствие этого были предложены различные соотношения медного купороса и аммиака, дать же стандартный рецепт для нее вообще не представляется возможным. На растении раствор быстро разлагается, образуя основную сернокислую соль. Chester (74) предлагает свести реакцию разложения к следующей формуле:

$$3\,[Cu(NH_3)_4\,SO_4\,.\,H_2O] + H_2O = CuSO_4\,.\,2Cu\,(OH)_2 + 2(NH_4)_2\,SO_4 + 8NH_3.$$

Получающаяся основная сернокислая соль проявляет действие, аналогичное с действием ее в Бордосской смеси.

Audoynaud особенно рекомендует применение этого состава осенью, так как в этом случае на плодах не остается осадка, характерного для Бордосской смеси и уродующего внешность плодов. Далее, раствор легче поддается разбрызгиванию и наконечник опрыскивателя менее засоряется вследствие отсутствия твердых частиц. К сожалению, этот состав причиняет часто серьезные повреждения растениям; причиною ожогов листьев является находящийся в растворе сернокислый аммоний.

73. Audoynaud, A., Progrès agric. et vitic., 6, 1885.
74. Chester, F. D., Journ. Mycol., 6, 1891: 23.

Бургундская смесь с аммиаком. Чтобы избежать ожогов листьев, причиняемых сернокислым аммонием, Patrigeon (75) предложил употребление раствора осадка Бургундской смеси с избытком аммиака. Он пользовался следующим рецептом: Бургундская смесь состава 10:15:100 с потребным количеством аммиака. Эта жидкость получила одно время широкое распространение в Соединенных Штатах под названием „измененной небесной воды" (Modified Eau Céleste). По Butler'у (76) осадок Бургундской смеси растворяется в водном аммиаке с образованием медно-аммиачного гидрата окиси, в более же ранних работах принималось доказанным образование углекислых солей.

75. Patrigeon, G., Journ. d'Agric. prat. (I), 51, 1887: 882.
76. Butler, O., Phytopath., 7, 1917: 235.

Углекислая медь с аммиаком. Чтобы упростить приготовление „измененной небесной воды", Gastine (77) предложил непосредственное растворение углекислой меди в аммиаке. Chester (78) ввел в употребление близкое по составу вещество, получаемое путем растворения углекислой меди в растворе углекислого аммония. Нормальная углекислая соль меди известна; продажная же углекислая медь по своему составу одинакова с минералом малахитом, т. е. $Cu(OH)_2 . CuCO_3$. Это вещество растворимо в аммиаке в присутствии углекислого аммония с образованием медно-аммиачной углекислой соли. По данным Ephraim'a (79) медно-аммиачная соль устойчива при обыкновенной температуре, содержит диаммиачную группу, т. е. медь связана с двумя молекулами аммиака, образуя ион $Cu(NH_3)_2^{\cdot\cdot}$.

О том, в каких комбинациях этот ион медно-аммиачной соли связан в растворах углекислая медь-аммиак, — мнения разноречивы. По мнению Bedford и Pickering'a (80) — исключительно в виде углекислой медно-аммиачной соли; Chester (74) считает, что одновременно присутствуют как углекислая соль, так и водная окись. Butler (76), наоборот, признает возможным существование только гидрата окиси комплексной медно-аммиачной соли.

Оба упомянутых состава были одно время в большом ходу в Соединенных Штатах под названием „Cupram". После того, как была твердо осознана важность своевременного применения Бордосской смеси и, благодаря ей, вспышки грибных эпидемий сделались более редкими, составы, содержащие медно-аммиачные соли, в значительной степени потеряли свое значение. Интересно отметить, что этот состав имеет специальное свойство, отсутствующее у раствора медно-аммиачной сернокислой соли: именно, он растворяет целлюлозу (клечатку). Сказывается ли в каком нибудь отношении это свойство при действии на грибок или на растение, в точности до сих пор не выяснено.

77. Gastine, G., Progrès agric. et vitic., 8, 1887.
78. Chester, F. D., Delaware Agric. Expt. Sta., Rpt. 4, 1891: 71.
79. Ephraim, F., Ber., (B), 52, 1919: 940.
80. Bedford, D. and Pickering, S. U., Woburn Expt. Fruit Farm, 11 Ann. Rpt. 1910: 20.

Медь-аммиак. Bellot des Minières (81) предложил в качестве фунгисида металлическую медь, растворенную в аммиаке. Bassett и Durrant (82) изучали состав этого раствора и обнаружили в нем

присутствие тетра-аммиак-азотистой меди $Cu(NH_3)_4(NO_2)_2$. На практике этот состав не нашел себе широкого применения.

81. Bellot des Minières, H., Ammoniure de cuivre et parasites de la vigne, 1887.
82. Bassett, H. and Durrant, R. G., Journ. Chem. Soc., **121**, 1922 : 2630.

Углекислая соль медно-аммиачная. При приготовлении различных медно-аммиачных составов можно заменять аммиак концентрированным раствором углекислого аммония, как мы это уже видели в составе углекислая медь-аммиак. Johnson (83) предложил быстро растворимую смесь из медного купороса и углекислого аммония, которая и получила название жидкости Johnson'а. В Англии в последнее время широко распространилась против выпревания томатной рассады, так называемая, смесь Cheshunt, приготовленная из 2 частей $CuSO_4 . 5H_2O$ и 11 частей углекислого аммония (84). Химические реакции подобных смесей усложняются присутствием углекислого аммония — вещества далеко не постоянного состава. Продажный твердый стекловидный углекислый аммоний состоит, повидимому, из кислого углекислого аммония ($NH_4 . HCO_3$) и из карбамида аммония $(NH_4)\ CO_2\ (NH_2)$. При стоянии на воздухе это вещество разлагается, выделяя кислый углекислый аммоний в виде порошка. Эти вещества после опрыскивания оставляют, вероятно, плотно прилегающий к листьям слой нерастворимых основных соединений меди, аналогично Бордосской и Бургундской смесям.

83. Johnson, S. W., Conn. Agric. Expt. Sta., Rpt. 1890 : 113.
84. Bewley, H. F., Diseases of Glasshouse Plants, London, 1923 : 61.

Различные медь-содержащие смеси. Для того, чтобы Бордосская смесь быстро проявляла свое действие на грибок, необходимо, чтобы часть меди находилась в растворе; для того, чтобы удовлетворить это требование, Perret (85) предлагает прибавлять к смеси сахар. Сахар вводится в виде патоки в известковое молоко; после образования сахарата кальция прибавляется медный купорос. Этот рецепт заслужил внимание и был принят другими исследователями, а Patrigeon (86) прибавлял декстрин к своей „измененной небесной воде.“ Kelhofer (10) доказал, что прибавление следов сахарозы (0,005%), недостаточное для растворения меди, задерживало кристаллизацию осадка Бордосской смеси. Впрочем, широкого распространения эти предложения не получили, хотя позднее Ramsay (87) и пытался воскресить этот рецепт. Он, однако, сознается, что прибавление казеина вместо сахара дает лучшие результаты. Он считал, что присутствие сахара может иметь влияние на химический состав основных углекислых солей меди и предполагал образование сахарата меди.

Во Франции ярь-медянка (Verdet) до сих пор употребляется в качестве фунгисида и приготовляется путем воздействия кислого виноградного сусла на полосовую медь. Химически ярь-медянка представляет собою смесь различных основных медных солей уксусной кислоты, состав которой подвержен сильным колебаниям в зависимости от методов приготовления. Название ярь-медянка употребляется также по отношению к основным углекислым соединениям меди, получающимся путем воздействия на медь атмосферной влажности и углекислоты. Фунгисидные свойства и плотность соприкосновения с растением ярь-медянки различного состава (монпельевская зелень и ярь-медянка extra sec) не многим отличаются от свойств Бордосской и Бургундской смеси, но стоимость их высока, и поэтому они не получили широкого распространения.

Butler и Smith (88) недавно снова рекомендовали применение медных солей уксусной кислоты, особенно в тех случаях, когда требуется бесцветность осадка. Они находят, что эти соединения лучше удовлетворяют этому требованию, чем медно-аммониевые составы; кроме того, лучше прилипают, а опасность ожогов слабее.

Неоднократно было рекомендовано прибавление к Бургундской смеси мыла, которое, разлагаясь, образует пену, содержащую медь. Медные соли жирных кислот обладают сильно выраженным свойством образовывать зеленые клейкие комки, засоряющие опрыскиватели. Это неудобство устраняется прибавлением аммиака для вторичного растворения медных соединений, или, по рецепту Weinmann'a (89), —серной печени. Эти составы подвергли новому исследованию Lees (90) и Wormald и Wormald (91), которые нашли, что путем применения достаточно слабых растворов при избытке мыла можно избежать образования клейких комков.

85. Prillieux, E., Maladies des Plantes Agricoles, Paris, n. d. p. 125.
86. Patrigeon, G., Journ. d'Agric. prat. (1), **54**, 1890 : 703.
87. Ramsay, A. A., Agric. Journ. N. S. Wales, **32**, 1921 : 909.
88. Butler, O. and Smith, T. O., Phytopath., **12**, 1922 : 279.
89. Weinmann, I., Progrès Agric. et vitic., **33**, 1912 : 709.
90. Lees, A. H., Long Ashton, Ann. Rpt., 1917 : 39.
91. Wormald, H. and Wormald, L. K., Ann. Appl. Biol., **5**, 1919 : 200.

Медные пасты и порошки. Чтобы избегнуть неудобств кустарного приготовления Бордосской и Бургундской смеси, было сделано много попыток изобретения медных паст или порошков, которые, будучи разведены в воде, дали бы вещество, подходящее для опрыскивания. Вообще говоря, осадок Бордосской или Бургундской смеси, будучи разведен вторично в воде, дает состав значительно более

низкого качества как в смысле размера взвешенных частиц, так и в смысле плотности прилипания.

Из старых сухих медь-содержащих препаратов следует упомянуть порошок Давида, высушенный осадок Бордосской смеси, впервые примененный Millardet, затем „Форстит“ или „Сульфостеатит“, смесь мелкого осажденного медного купороса и талька; распространения они не получили. Bedford и Pickering (14) рекомендуют осадок Бордосской смеси, составленный из таких соотношений медного купороса и извести, при которых образуется соединение $10\,CuO\,.\,SO_3$. Благодаря способности такого осадка к отвердеванию, была изготовлена паста, получившая название „Бордорита“. Такую же пасту можно получить из Бургундской смеси: и та и другая нашли себе широкое применение в Англии. В континентальной Европе большой популярностью пользуется медная паста, называющаяся „Медная паста Босна“. Последняя приготовляется, повидимому, путем осаждения хлористой меди известью и содержит основную хлористую медь состава $CuCl_2\,.\,3\,Cu\,(OH)_2$, аналогичную соединению, образующемуся из нейтральной Бордосской смеси — именно, $CuSO_4\,.\,3\,CuO$. Кроме того, эта паста содержит хлористый кальций; это вещество, по мнению Wöber'a (92), увеличивает, благодаря своей гигроскопичности, фунгисидные свойства состава. В Италии нашел себе применение схожий состав, под названием „Caffaro“; однако, Castana (93) при помощи Бордосской смеси добился лучших результатов.

В последние годы на рынке, в особенности в Германии, появился ряд продажных препаратов, содержащих медь и долженствующих заменить собою Бордосскую смесь: „Куркакол“, „Носперал“, „Циприн“, „Витриолин“ и т. д. Некоторые из этих препаратов могут быть пущены в дело непосредственно для опыления, другие применимы лишь во взвешенном состоянии, для третьих, наконец, необходимо прибавление извести, как в Бордосской смеси. Ни разу не пришлось слышать, чтобы были найдены препараты, обладающие преимуществами по сравнению с Бордосской смесью, многие же оказались по своим качествам много ниже ее.

В Соединенных Штатах, в связи с распространением метода опыливания, начались поиски подходящего для опыливания вещества, содержащего медь. Были испытаны многочисленные составы для опыливания, содержащие известь и медь, смеси моногидратного купороса $CuSO_4\,.\,H_2O$, гашеной извести и с прибавлением иногда казеината кальция, иногда мышьяковистых соединений, но на рынке они не внедрились. К ним применялось распространенное в Германии название „Кукака“, повидимому, и состав их аналогичен. Holland,

Dunbar и Gilligan (95), найдя продажные вещества, долженствующие заменить собою Бордосскую смесь, неудовлетворительными, вновь подвергли этот вопрос обстоятельному обследованию. Они установили, что удовлетворительный материал может быть получен путем прибавления, при соблюдении некоторых предосторожностей, слабого раствора медного купороса к взвешенному углекислому кальцию в виде химически чистого мела, называемого в продаже „светлый мел". Основной медный осадок после фильтрования, просушки и растирания может быть с успехом употреблен как для опыления, так и для опрыскивания. Boyd (95а) исследовал причины относительно более сильного действия некоторых из этих порошков по сравнению с Бордосской смесью против болезней картофеля; он рассматривал вопрос исключительно с точки зрения удержания порошка на листьях. Он нашел, что при опрыскивании Бордосской смесью удерживается листьями меди на 44% больше, чем при соответствующем опылении медно-известковым порошком; покрывающий слой после опрыскивания труднее поддается смыванию, чем пылевой слой. Прибавление казеина не изменяет плотности прилегания осадка к растению ни при употреблении Бордосской смеси, ни при применении медно-известкового порошка; зато сама выпрыскиваемая жидкость много лучше задерживается на листьях. Конечные результаты после трехлетней работы свелись к тому, что урожай с подвергшегося опрыскиванию участка оказался выше, чем с участка опыленного.

Hooker (96) предлагает применение пасты, состоящей из „коллоидальной" водной окиси меди, приготовленной путем осаждения медного купороса количеством едкого натра, немного меньшим, чем его требуется для нейтрализации раствора. Если водную окись меди отмыть от растворимых примесей, то она, размешанная с водой, дает удовлетворительное взвешивание. Далее, по мнению автора, благодаря положительному заряду ее частицы, обеспечивается прочная прилипаемость к растению.

[У нас в свое время (1909 г.) хороший препарат для опрыскивания вместо Бордосской жидкости изготовлялся фирмой А. Рублева и К° в Феодосии под названием „Лазурина" или „сухой Бордосской жидкости". Порошок, отлично растворяющийся в воде, содержал до 52,33% меди и давал красивого голубого цвета жидкость, хорошо распыляющуюся и с резко выраженными фунгисидными свойствами. Та же фирма выпускала также хорошего качества серную печень (96а).

Опыты, произведенные у нас, показали, что углекислая медь является прекрасным фунгисидом, применение которого вполне возможно для опыливания растений взамен опрыскивания Бордосской

жидкостью. Между прочим, порошок углекислой меди оказывается пригодным против картофельного грибка (*Phytophthora infestans* DB), не причиняя вреда ботве. В смеси с серным цветом (50 на 50%), он прекрасно действует при опылении хмеля одновременно против мучнистой росы (*Sphaerotheca macularis* f. *humuli*) и против ложной мучнистой росы (*Pseudoperonospora humuli* Wilson) *А. Я.*].

92. Wöber, A., Oesterr. Chemiker-Zeitung, 1917, N 5 (перепечатка).
93. Castana, S., Реферат Intern. Rev. Sci. and Prac. Agric., **10**, 1919 : 913.
94. Neuweiler, E., Реферат Rev. Appl. Mycol., **6**, 1927 : 48.
95. Holland, E. B., Dunbar, C. O. and Gilligan, G. M., Journ. Agric. Res., **33**, 1926 : 741.
95a. Boyd O. C., New York Cornell Agric. Expt. Sta., Bull. 451 : 1926.
96. Hooker, H. D., Ind. Eng. Chem., **15**, 1923 : 1177.
96a. Ячевский, А. А., Практические данные о составах, употребляемых для опрыскивания растений против грибных болезней. Труды Бюро по Микологии и Фитопатологии. 6. 1909.

Различные фунгисиды. Несмотря на то, что большое количество других составов предлагалось в качестве фунгисидов, лишь немногие из них, за исключением серных и медных, получили заметное распространение. Слишком много понадобилось бы времени даже для того лишь, чтобы перечислить все такие составы, а поэтому мы остановимся только на тех из них, кои получили практическое применение или представляют теоретический интерес.

Мы уже видели, что фунгисид признается удовлетворительным, если он оказывает предохранительное действие, и что непосредственное токсическое действие может иметь место только при борьбе с эктофитными паразитами. Следует отметить, что такое предохранительное действие обнаруживают с разною интенсивностью только сера и те медные препараты, о которых была речь выше. То обстоятельство, что фунгисидными свойствами обладает одна медь, должно вызвать недоумение, так как было бы естественно предположить, что, по крайней мере, родственные металлы обнаружат также эти свойства. И, действительно, Wüthrich (97) исследовал влияние солей различных металлов на проростание грибной споры: при этом он установил, что сулема в значительно более сильной степени задерживает проростание споры, чем медный купорос, а железный купорос, хлористый и сернокислый цинк тоже оказывают заметное действие. Из его наблюдений над плазмолизом клеток *Tradescantia zebrina* явствует, что сулема повреждает эпидермальные клетки растения; далее он считает, что, несмотря на значительную активность и относительную дешевизну железного купороса и солей цинка, все же наиболее подходящим веществом для борьбы с болезнями растений

является медный купорос. Сулема с тех пор употребляется только для протравливания семян и для дезинфекции почвы. Серебро, обладающее многими свойствами, присущими и меди, предложили Vermorel и Dantony (98) для замены медного купороса в виде мыльного раствора с прибавлением 0,02% азотнокислого серебра. Спорным является вопрос, насколько этот раствор рентабелен, даже при такой слабой концентрации. Wöber (99) изучал фунгисидные свойства металлов в зависимости от их положения в периодической системе элементов и сумел найти коррелятивную связь между положением меди, серебра и ртути на кривой атомных весов и их фунгисидными свойствами.

Медный голод в Германии во время мировой войны принудил возобновить поиски за действительным суррогатом медного купороса; была предложена, так называемая, пероцидовая каша, основой которой является **„пероцид"**, отброс, получаемый при изготовлении газовых горелок. По данным Wöber'a, это вещество представляет собою смесь сернокислых соединений редких щелочноземельных металлов группы церия и содержит приблизительно 23% окиси церия, 14% окиси неодима, 12% окиси лантана, в смеси с небольшими количествами окиси тория (0,4%), окиси кальция (0,5%) и окиси железа (1,0%).

Это вещество впервые применил Appel (100), который заменил двойным его количеством медный купорос в Бордосской смеси. Wöber считает, что 3% раствор этого вещества заменяет собою 1% раствор Бордосской смеси и то только при не очень сильных инфекциях и в сухих местностях. Пероцид оказался неудовлетворительным при сильных эпифитиях и при раннем появлении их. После появления более дешевого медного купороса по окончании войны препарат этот потерял всякое значение.

Повидимому, осталось неустановленным, какому из составных веществ обязан пероцид своими фунгисидными свойствами. Wöber полагает, что фунгисидными свойствами могут обладать соединения церия и неодимия, но никак не лантана: этот металл по своим химическим свойствам приближается к кальцию.

С целью уменьшить общий расход меди, часть купороса в Бордосской смеси может быть заменена **калиевыми квасцами** $K_2SO_4 . Al_3 (SO_4)_2 24 H_2O$: это старый препарат, называющийся жидкостью Мартини. Kornauth и Wöber (101) нашли, что действие этого состава при содержании ½% медного купороса слабее действия Бургундской смеси с ½% медного купороса; Neuweiler (102), наоборот, в своей недавно опубликованной статье считает, что при прибавлении 1% квасцов и 1% Бордосской смеси, интенсивность

действия равняется действию 2%-ой смеси. Вероятно, фунгисидные свойства квасцов сами по себе ничтожны, и их значение состоит исключительно в повышении плотности соприкосновения с растением. Действие калиевого алюмината аналогично действию сернокислого магния, о прибавлении которого к Бордосской смеси говорилось уже ранее.

Значение опрыскивания растений предохранительным составом, до появления грибка, не было понято сразу. Мы видим, что в старых рецептах Бордосской смеси рекомендуется прибавление вещества, обладающего токсическими свойствами. Такое прибавление полезно в тех случаях, когда своевременное опрыскивание оказалось невозможным по состоянию погоды. Вероятно, именно по этим соображениям Perret (стр. 116) рекомендовал прибавление к Бордосской смеси патоки. По тем же соображениям Gvozdenovic (104) предлагает прибавление **марганцовокислого калия** к Бордосской смеси. Марганцовокислый калий дает хорошие результаты не только против мучнистой росы, но и против мильдью винограда; этот комбинированный фунсигид был применен с успехом в Новой Зеландии (105), где первая эпифития присоединилась к давно существовавшей второй. Таким образом, эту жидкость можно применять для борьбы с обеими болезнями, благодаря чему значительно сокращаются расходы. Возможно, что в хмелевых хозяйствах в Англии придется столкнуться с такой же задачей: там давно уже приходится считаться с мучнистою росою, между тем, как мильдью появилась лишь недавно и для борьбы с нею пришлось применить Бордосскую смесь.

Сильно затрудняет применение марганцовокислого калия его быстрое разложение при соприкосновении с органическими веществами. Фунгисидные свойства объясняются его окисляющим действием; при соприкосновении, как с листьями, так и с грибком он быстро разлагается и не имеет никакого значения в качестве предохранительного средства. Разложение его обнаруживается уже при приготовлении комбинированной марганцово-Бордосской смеси. Медный купорос, благодаря своему действию на железо, сохраняется в деревянной посуде, при прибавлении же марганцовокислого калия последний начинает разлагаться от соприкосновения с деревом. Более серьезным является то обстоятельство, что в присутствии марганцовокислого калия нельзя вводить смачивающего вещества, между тем последнее, как мы видели выше, имеет особенное значение в борьбе с мильдью. Все такие вещества, как мыло, сапонин, казеин и желатин, вследствие действия на них марганцовокислого калия, являются неприменимыми. Для усиления плотности

соприкосновения с растением Gvozdenovic употреблял и известь и Бордосскую смесь; прибавление для этой цели солей кремневой кислоты, предложенное Degrully (108), причиняет по мнению Vermorel'я (107) ожоги.

Обратив внимание на смачивающее действие **масляных эмульсий** Barker и Lees (109) исследовали их действие на американскую мучнистую росу крыжовника (*Sphaerotheca mors-uvae* B. C.). Для действительности состава необходимо, чтобы он со всех сторон смачивал грибок, а мягкими сортами мыла, по их мнению, это не достигается. Эмульсия из смеси парафина и мягкого мыла с успехом применялась против кровяной тли (*Eriosoma lanigerum* Housm), выделяющей тонкие восковые нитки; решено было испытать действие этой эмульсии также и против грибков. 2% раствор парафино-мыльной эмульсии не причинял заметных повреждений растениям, но и не был достаточно силен, чтобы устранить возможность нового заражения. Хорошо очищенные смазочные масла в последнее время нашли себе широкое применение в качестве инсектисидов (см. стр. 157), и оказались безопасными по отношению к растениям; их действие на грибки испытывалось в пробирках. По словам Mc Whorter'a (110), Volck — продажный препарат из очищенной нефти с высокой точкой кипения—с успехом применяется против мучнистой росы роз (*Sphaerotheca pannosa* (Wal.) Lév.). Относительно слабая летучесть масла обеспечивает его предохранительное действие, но Mc Whorter считает, что он обладает и непосредственным токсическим действием.

Дорогин (111) рекомендует против американской мучнистой росы крыжовника **углекислые соли щелочных металлов**. Сода для стирки — кристаллический углекислый натрий $Na_2CO_3 . 10H_2O$—была с успехом употреблена для этой цели, как у нас (112) так и в Англии (113); действие ее сильно ослабляется дождливой погодой после опрыскивания. [Для лучшего прикрепления, а также в целях борьбы с листовой тлей, Дорогин советует применять смесь соды и зеленого мыла. *И. Я.*] Maarschalk (114) считает весьма действительной против грибных болезней основную Бургундскую смесь с избытком соды, которой он приписывает токсическое действие, в то время как осадок, содержащий медь, оказывает, повидимому, предохраняющее действие (см. стр. 112). Если содовая и масляная эмульсия окажутся действительными против мучнистой росы, а повреждение винограда и хмеля не будут наблюдаться, то сильно основная Бургундская смесь и Бордосская смесь с масляной эмульсией будут дополнять друг друга, между тем, как Бордосская смесь с марганцовокислым калием одинаково применима как для борьбы

с мучнистой росою, так и с мильдью обеих культур. [По данным Patkaniane (112а) сода может оказаться хорошим фунгисидом против других паразитных грибов, кроме мучнистой росы. *А. Я.*].

Наконец, следует сказать несколько слов о фунгисидных свойствах **мышьяковистых соединений,** входящих в состав многих инсектисидов и фунгисидов (см. стр. 126). В садоводственной практике в настоящее время важное значение имеет комбинированный состав серная известь + мышьяковистый свинец, которые употребляются одновременно против яблоневой парши (*Venturia inaequalis* Winter) и против плодожорки (*Carpocapsa pomonella* L.). Хотя вопросы о химических реакциях между этими веществами, а также о происходящих при смешивании изменениях их инсектисидных и фунгисидных свойств будут предметом дальнейшего обсуждения, но в общих чертах мы рассмотрим фунгисидные свойства мышьяковых соединений сейчас. Waite (115) сообщает о фунгисидных свойствах мышьяковистого свинца, а Morse (116) с успехом боролся с паршей яблок, заменяя Бордосскую смесь и серную известь мышьяковистым свинцом. Salmon и Horton (117) считают доказанными фунгисидные свойства растворимых соединений мышьяка при борьбе с мучнистою росою хмеля даже при слабых концентрациях (кислый мышьяковистый натрий с 0,02% As_2O_5 в растворе). Goodwin, Martin и Salmon (118) продолжали эти исследования и нашли, что мышьяковистый свинец действует слабее, чем мышьяковистый натрий или кальций, но полисульфид кальция (серноизвестковая смесь) и мышьяковистого свинца в смеси обнаруживают фунгисидные свойства в дозах, при которых каждое из них в отдельности этими свойствами не обладает. Впоследствии выяснилось, что повышенные фунгисидные свойства происходят от увеличения количества растворенного мышьяка в результате химического взаимодействия обоих веществ. При этом взаимодействии обнаруживается присутствие тиоарсенатов; интересно выяснить, обладает ли бо́льшими фунгисидными свойствами мышьяковистый раствор, содержащий мышьяк в виде тиоарсенатов или состоящий из растворимых мышьяковистых солей.

При увеличении содержания растворенного мышьяка появляется опасность повреждений листвы, но Salmon доказал, что существует определенная граница применения этих соединений. Garbowski и Leszczenko (119) с успехом применяли против мучнистой росы крыжовника слабые (0,01 — 0,02%) растворы как мышьякового, так и мышьяковистого натрия.

[Стрелин (119а) указывает, что мучнисто-росяные грибы с точки зрения воздействия на них фунгисидов могут быть подразделены на

две группы. Одна из них, включающая оидиум виноградной лозы и мучнистую росу роз, легко поддается влиянию серы и переносит без вреда даже значительные дозы мышьяка или мышьяковистых солей, тогда как другая группа, в состав которой входит американская мучнистая роса крыжовника и мучнистая роса яблонь, мало реагирует на серу и погибает от действия мышьяковистых растворов. Некоторые другие виды относятся индиферентно к тому и другому фунсигиду. *А. Я.*]

97. Wüthrich, E., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **2**, 1892 : 16, 81.

98. Vermorel, V. and Dantony, E., Progrès agric. et vitic, **31**, 1910 : 101.

99. Wöber, A., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **30**, 1920, 51.

100. Appel, O., Biol. Anstalt. f. Land- und Forstwirtsch., Flugblatt 62; 1917.

101. Kornauth, K. and Wöber, A., Рефер. Intern. Rev. Sci. and Prac. Agric., **8**, 1917 : 303.

102. Neuweiler, E., Рефер. Rev. Appl. Mycol., **6**, 1927 : 48.

103. Kelsall, A., Рефер. Expt. Sta. Rec., **51**, 1924 : 55.

104. Gvozdenovic, F. Рефер. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., **12**, 1902 : 242.

105. Woodfin, J. C., New Zealand Journ. Agric., **35**, 1927 : 298.

106. Salmon, E. S. and Ware, W. M., „The Downy Mildew of the Hop" Dept. Econ. Mycol., S. E. Agric. Coll. 1927 : 18.

107. Vermorel, V., Progrès agric. et vitic., **46**, 1925 : 80.

108. Degrully, L., Рефер. Rev. Appl. Mycol., **3**, 1924 : 463.

109. Barker, B. T. P. and Lees, A. H., Long Ashton, Ann. Rpt., 1911 : 73.

110. Mc Whorter, F. P., Phytopath., **17**, 1927 : 201.

111. Dorogin, G., Zeitschr. f. Pflanzenkankh., **23**, 1913 : 335. Тр. Бюро Микол. Фитоп. 1915.

112. Patkaniane, A., Rpt. Intern. Conf. Phytopath., Holland 1923 : 275.

112a. Мат. Микол. Фитоп. 1 (1) 1927 : 193.

113. Nattrass, R. M., Journ. Min. Agric., **33**, 1926 : 265, 1017.

114. Maarschalk, H., Rpt. Intern. Conf. Phytopath., Holland, 1923 : 119.

115. Waite, M. B., U. S. Dept. Agric., Bur. Plant Industry, Circ. 58, 1910.

116. Morse, W. J., Maine Agric. Expt. Sta. Bull., 223, 1914.

117. Salmon, E. S. and Horton, E., Journ. Agric. Sci., **12**, 1922 : 269.

118. Goodwin, W., Martin, H. and Salmon, E S., ibid., **16**, 1926 : 302.

119. Garbowski, L. and Leszczenko, P., Рефер. Rev. Appl. Mycol., **5**, 1926 : 505.

119a. Стрелин, С. Л., Защ. растен., 2, 1925 : 16.

ГЛАВА VI.

Кишечные инсектисиды.

Мы уже разделили средства, употребляемые против вредителей растений, на две группы по их способу действия на вредителей. Важнейшие яды из первой группы, действующие на пищеварительные органы, принадлежат к мышьяковистым соединениям.

Мышьяковистые соединения. Хотя издавна была известна ядовитость мышьяка для насекомых, его употребление в качестве инсектисида распространилось только в середине прошлого столетия. Во Франции употребление мышьяковистых соединений для истребления насекомых было воспрещено декретом 1846 года (ст. 10), но успех их применения в Соединенных Штатах был так велик, что возврат к ним в Европе стал неизбежным.

Наиболее важные мышьяковистые соединения, употребляемые в качестве инсектисидов, рассматриваются в этой главе в историческом порядке; особенности их действия на насекомых и растения будут рассмотрены ниже.

Парижская зелень. В вводной главе было отмечено, как при постепенном заселении Соединенных Штатов с востока на запад колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), первоначально живший в Скалистых горах, распространялся в обратном направлении. В картофеле он нашел столь удобное для его питания растение, что вскоре стал угрожать всей культуре его. Были испробованы всевозможные средства, и, наконец, в 1867 году Markham (1) нашел успешное средство борьбы в виде мышьяковистой краски—парижской зелени. В 1872 году Le Baron (2) применил это средство против американской зимней пяденицы [1]), а E. P. Haynes, повторил эти

[1]) Spring canker worm — *Palaeacrita vernata* Pack, бабочка ранней весной; Fall canker worm — *Alsophila pometaria* Harris — бабочка поздней осенью. *И. Ф.*

опыты в 1878 году и нашел, что оно уничтожает одновременно и плодожорку (*Carpocapsa pomonella* L.). Тем самым была установлена ценность парижской зелени, как инсектисида.

Главной составной частью парижской зелени, известной в Германии под названием швейнфуртской зелени и называемой также изумрудной зеленью, французской зеленью или Mitis Green, является двойная соль уксусной и мышьяковистокислой меди, имеющая состав $(CH_3COO)_2Cu \cdot 3Cu(AsO_2)_2$. Первоначально употреблявшаяся в качестве инсектисида соль, приготовлявшаяся из непостоянного сырья — ярьмедянки более или менее секретными и непостоянными способами, была весьма далека от постоянства состава. Avery (3), исследуя образцы парижской зелени, приготовленные различными способами, нашел в ее составе мета-мышьяковистокислую и уксуснокислую медь, обычно в отношении трех к одному, но иногда оно падало до двух к одному. Непостоянство прежней парижской зелени доказано и анализами Van Slyke и Andrews (4), нашедшими в начале 1900-х гг. содержание мышьяковистого ангидрида в сорока четырех образцах от 55,39% до 61,40%.

В настоящее время способы изготовления парижской зелени стали более однообразными, но все-таки состав различных образцов изменчив. Cook и Mc Indoo (5) установили, что современная продажная парижская зелень содержит 54—57% мышьяковистого ангидрида (из них 1,5—4,5% воднорастворимого) и 29—39% окиси меди.

Степень измельчения материала имеет, конечно, большое значение для целей опрыскивания, так как чем мельче частицы, тем прочнее суспензия, лучше приставание и кроющая способность. Прежняя парижская зелень была несомненно хуже в этом отношении. поэтому повсеместно стали применять размол высушенного осадка. Для различения улучшенного таким образом продажного продукта в Германии оставили прежнее название „швейнфуртская зелень“, связанное с инсектисидом худшего качества и выпускают в продажу товар под названиями Урания-грюн, Титания-грюн, Силезия-грюн, Фрукус-грюн, Сент Урбанс-грюн и Элафрозин. Mach и Lederle (6) нашли, что грубая швейнфуртская зелень содержит 16% крупных частиц, а Урания-грюн только 3% [см. также (7)].

Мышьяковисто-уксуснокислая медь, главная составная часть парижской зелени, весьма легко разлагается. Avery и Beans (8) показали, что даже лучшие образцы распадаются при обработке водой. Holland и Reed (9) рассматривают этот процесс, как гидролиз, дающий растворимый мышьяковистый ангидрид. Далее эти же исследователи показали, что мышьяк переходит в раствор при обра-

ботке как углекислотой, так и аммиаком. Быстрота гидролиза с образованием растворимого мышьяка является весьма неудобной особенностью этого прекрасного инсектисида.

1. Amer. Entom.: 1. 1869, 219.
2. Le Baron, W., 2 Ann. Rep. Noxious Insects of Illinois, 1872: 116.
3. Avery, S., Journ. Amer. Chem. Soc., 28, 1906: 1155.
4. Van Slyke, L. L. and Andrews, W. H., New York State Agric. Expt. Sta. Bull. 222, 1902.
5. Cook, F. C. and Mc Indoo, N. E., U. S. Dept. Agric. Bull. 1147, 1923.
6. Mach, F. und Lederle, P., см. König, J., „Die Untersuchung landwirtschaftlich-gewerblich wichtiger Stoffe", Berlin, 5-е изд. 2 : 885.
7. Hengl, F. und Reckendorfer, P., Fortschr. f. Landwirtschaft, 2. 1927: 686.
8. Avery, S. and Beans, H. T., Journ. Amer. Chem. Soc., 23, 1901: 111.
9. Holland, E. B. and Reed, J. C, Massachusetts Agric. Expt. Sta., Rept. 1911: 177.

Лондонский пурпур. В связи с успехом парижской зелени, как средства борьбы с колорадским жуком, лондонская фирма Hemingways & Co послала американскому энтомологу C. E. Bessey мышьяковистые остатки от приготовления краски маджента. Материал оказался применимым и был назван „лондонским пурпуром". Действующим началом является мышьяковистокислый кальций в смеси с небольшим количеством мышьяковокислого кальция. Это вещество зачастую содержало больше мышьяка, чем парижская зелень, но было столь непостоянно по своим свойствам, что его применение в качестве инсектисида было в конце концов оставлено.

Между 1868 и 1892 годом, когда впервые был применен мышьяковокислый свинец, было предложено большое количество мышьяковистых соединений для замены парижской зелени. Вещества, сходные по природе с лондонским пурпуром, как парижский пурпур и мышьяковистокислая медь (зелень Шееле) не имели определенного успеха. Тем временем было установлено, что удовлетворительный мышьяковистый инсектисид должен быть постоянного состава и не должен давать растворимых соединений мышьяка, действующих вредно на листву. Работа в этом направлении привела, наконец, к применению мышьяковокислого свинца.

Мышьяковокислый свинец. Это мышьяковистое соединение было впервые предложено Moulton'ом в 1892 году. Работая по борьбе с непарником (*Porthetria dispar* L.), он предложил осаждать мышьяковокислый натрий уксуснокислым свинцом, чтобы избежать повреждения листвы растворимым мышьяком. Результаты работ с этим материалом, названным „джипсином" [1]), опубликовал Fer-

[1]) От „Gipsy-moth" — английское название непарника.

nald (10). Последующие исследователи так благоприятно отозвались об этом новом инсектисиде, что он быстро был признан наиболее приближающимся к идеалу мышьяковистым препаратом.

Существует несколько мышьяковокислых солей свинца, но обычно применяемая соль приближается по составу к двузамещенной кислой соли $PbHAsO_4$. Это соединение является главной составной частью продажных мышьяковокислых солей свинца, называемых в Америке „кислыми". Оно сравнительно прочно, почти нерастворимо в воде и дает прочные водные суспензии, несмотря на то, что содержит тяжелый свинец. Хотя Mc Donnell и Graham (11) показали, что может иметь место гидролиз двузамещенной соли с образованием растворимого мышьяка и более основной мышьяковокислой соли, но данные о вреде от опрыскивания вследствие такого гидролиза очень немногочисленны.

В Соединенных Штатах применялись мышьяковосвинцовые соли более основные под названием нейтрального, „основного" и трехзамещенного мышьяковокислого свинца. Одно время думали, что трехзамещенный орто-мышьяковокислый свинец $Pb_3(AsO_4)_2$ является главной составной частью таких продуктов и может быть получен взаимодействием кислого мышьяковокислого натрия с уксуснокислым свинцом по уравнению:

$$2Na_2HAsO_4 \cdot 7H_2O + 3\ Pb(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O =$$
$$= Pb_3(AsO_4)_2 + 2CH_3COOH + 4Na(CH_3COO) + 23H_2O.$$

Pickering (12) получил некоторые данные, подтверждающие такую точку зрения, а также показал, что двузамещенный мышьяковокислый свинец может быть получен взаимодействием двузамещенного мышьяковокислого натрия с уксуснокислым свинцом. После этого было выяснено, что двузамещенная свинцовая соль, при соблюдении некоторых предосторожностей может быть приготовлена, но что получение чистого трехзамещенного мышьяковокислого свинца вовсе не простое дело. Robinson и Tartar (13) пришли к заключению, что эта соль не образуется в обычных условиях и не является составной частью продажных основных мышьяковокислых солей свинца. Их попытки изготовить чистую трехзамещенную соль окончились неудачей. Smith (14) пришел к заключению, что продукт реакции уксуснокислого или азотнокислого свинца с двузамещенным мышьяковокислым натрием является смесью двузамещенной свинцовой соли $PbHAsO_4$ и основной $Pb_5(OH)(AsO_4)_3$. Mc Donnell и Graham (11) показали, что основной мышьяковокислый свинец, получаемый гидролизом двузамещенной соли, имеет только что указанный состав. Наконец, Streeter и Thatcher (15) выяснили, что

состав основного мышьяковокислого свинца зависит от способа его осаждения. Они дали способ приготовления основного мышьяковокислого свинца постоянного состава, содержащего большое количество основной соли $Pb_5(OH)(AsO_4)_3$. Отсюда мы можем заключить, что в состав продажного основного мышьяковокислого свинца входит не трехзамещенная соль, но члены целого ряда трудно определимых основных мышьяковокислых солей свинца.

10. Fernald, C. H., Massachusetts (Hatch) Agric. Expt. Sta., Bull. 24. 1894.

11. Mc Donnell, C. C. and Graham, J. J. T., Journ. Amer. Chem. Soc., **29**, 1917: 1912.

12. Pickering, S. U., Journ. Chem. Soc., **91**, 1907: 307.

13. Robinson R. H. and Tartar, H. V., Oregon Agric. Expt. Sta., Bull. 128, 1915.

14. Smith, G. E., Journ. Amer. Chem. Soc., **38**, 1916: 2014.

15. Streeter, L. R. and Thatcher, R. W., Industrial Engineering Chemistry, **16**, 1924: 943.

Мышьяковокислый кальций. Хотя введение мышьяковых солей свинца в качестве инсектисидов имело большой успех, но всетаки свинец не получил большого распространения. Вследствие большого удельного веса свинца было желательно заменить его более легким катионом, что привело к промышленному производству мышьяковокислых солей кальция, свободных от водорастворимого мышьяка.

Кроме лондонского пурпура, мышьяковокислые соли кальция были предложены и употреблялись в качестве инсектисидов еще в 1889 году Gillette (16) и, независимо от него, Kilgore (17). Вследствие частого ожога листвы они не получили широкого распространения. Исторических сведений о применении мышьяковокислого кальция в качестве инсектисида мы не имеем, но, согласно Pickering (12), он употреблялся в Соединенных Штатах еще до 1907 года.

В химическом отношении мышьяковокислые соли кальция сходны во многом с солями свинца. Одно время думали, что кроме двузамещенного кислого мышьяковокислого кальция $CaHAsO_4$ существует средняя соль $Ca_3(AsO_4)_2$. Повторяя по способу Robinson (18) получение этих двух соединений, Goodwin и Martin (19) нашли, что двузамещенная соль может быть легко получена в виде кристаллического моногидрата $CaHAsO_4 \cdot H_2O$, тогда как приготовление средней соли довольно затруднительно. В осадке этой соли всегда содержится углекислый кальций. Они же показали, что как и в случае мышьяковокислого свинца мы имеем, повидимому, целый ряд основных солей без определенного перелома, соответствующего какой-либо одной основной соли.

В случае мышьяковокислых солей ходовой инсектисид состоит, главным образом, из двузамещенной соли. Двузамещенный же мышьяковокислый кальций слишком растворим, чтобы быть безвредным для листвы растений. Поэтому проданный мышьяковокислый кальций изготовляется с содержанием некоторого избытка извести. Все продажные образцы, исследованные Cook и Mc Indoo, оказались содержащими больше извести, чем требуется для средней соли, и поэтому могут быть рассматриваемы, как смеси неопределенных основных мышьяковокислых солей и гидрата окиси кальция, переходящего при хранении в углекислый кальций.

Вторым важным различием между мышьяковокислыми солями кальция и свинца, употребляемыми в качестве инсектисидов, является то обстоятельство, что соли свинца довольно прочны и почти не изменяются, будучи распределены на листве, а основные мышьяковокислые соли кальция разлагаются. Goodwin и Martin показали, что основные мышьяковокислые соли кальция гидролизируются в водных суспензиях, давая гидрат окиси кальция, который после опрыскивания снова выпадает в осадок под действием атмосферной и выдыхаемой углекислоты в виде углекислого кальция. Поэтому растворимость двузамещенной соли временно понижают прибавкой извести и ее действию следует приписать безвредность тех продажных сортов мышьяковокислого кальция при опрыскивании, к которым ее избыток был прибавлен при изготовлении.

Небезынтересно сравнить достоинства мышьяковокислых солей кальция и свинца, как инсектисидов. Соли свинца, приготовленные в форме пасты, как мы уже видели, дают прекрасные суспензии для опрыскивания, еще более улучшаемые прибавкой подходящего стабилизатора. Но сухие мышьяковокислые соли свинца уже не дают суспензии такого же качества, как соли в виде пасты, и весьма сомнительно, что выгода в перевозке порошка может покрыть невыгоды употребления плохой суспензии. Основные же мышьяковокислые соли кальция, будучи хорошо высушены, дают прекрасный, тонкий порошок, широко применяемый для опыливания, особенно против американского хлопкового долгоносика (*Anthonomus grandis* Boh.) (20). Поэтому мышьяковокислые соли свинца ценнее для опрыскивания, а соли кальция — для опыливания.

Кальциевые соли экономичнее свинцовых, если не обращать внимания на их токсичность. Сухие мышьяковокислые соли кальция содержат 40—45% пятиокиси мышьяка (As_2O_5), соли свинца только 31—32%, а для пасты эта цифра уменьшается еще почти вдвое, так как продажная паста содержит 40—50% воды. Кроме того, свинец

много дороже кальция и его мышьяковокислые соли, содержащие меньший процент мышьяка, невыгодны для перевозки.

16. Gillette, C. P. Iowa Agric. Expt. Sta., Bull., 10, 1890: 401.
17. Kilgore, B. W, N. Carolina Agric. Expt. Sta., Bull., 77b, 1891.
18. Robinson, R. H., Journ. Agric. Res., **13**, 1918: 281.
19. Goodwin, W. and Martin, H., Journ. Agric. Sci., **16**, 1926: 596.
20. Coad, B. R. and Cassidy, T. P., U. S. Dept. Agric., Bull., 875, 1920.

[**Мышьяковистокислый натрий.** Мышьяковистокислый натрий является одним из наиболее популярных инсектисидов в СССР, широко применяющимся всюду, где не приходится опасаться ожогов листвы. Мышьяковистокислый натрий представляет собой натриевую соль мышьяковистой кислоты и обычно изображается формулой: Na_2HAsO_3; это соответствует содержанию 58,22% As_2O_3. На практике приходится иметь дело с образцами, содержащими от 42,86% до 85,15% мышьяковистого ангидрида. Мышьяковистая кислота может существовать в виде: мета-, орто- и мышьяковистой кислоты ($HAsO_2 \cdot H_3AsO_3$ и $H_4As_2O_5$), а так как последние две многоосновны, то теоретически должен существовать целый ряд препаратов мышьяковистокислого натрия, отличающихся по содержанию As_2O_3. Смотря по тому, сколько водородов кислоты замещено металлом, можно представить себе соли: Na_3AsO_3 — трехзамещенную соль ортомышьяковистой кислоты (содержащую 51—55% As_2O_3), Na_2HAsO_3 — однозамещенную соль той же кислоты (содержащую 66,8% As_2O_3), и $NaAsO_2$—соль метамышьяковистой кислоты (содержащую 76,1% AsO_3) и т. д. *А. П.*]

Прочие мышьяковистые соединения. Попытки использовать **белый мышьяк** — мышьяковистый ангидрид — в качестве инсектисида не увенчались полным успехом. Сырой белый мышьяк получается в больших количествах в качестве побочного продукта при обжигании мышьяковистых руд и может быть легко и дешево очищен возгонкой. В зависимости от способа возгонки он может быть получен аморфным или кристаллическим. При хранении аморфное видоизменение постепенно переходит в кристаллическое. Мышьяковистый ангидрид медленно растворяется в чистой воде, но в присутствии примесей, находящихся в водопроводной воде и на поверхности листа, растворение увеличивается достаточно быстро, чтобы во многих случаях причинить серьезный вред листве при опрыскивании. Повидимому, только благодаря совершенно исключительному отсутствию указанных явлений находили белый мышьяк действительным инсектисидом и безвредным для листвы (21).

При опытах по повреждению листвы мышьяковистыми соединениями на Калифорнской Опытной Станции Volck и Luther нашли,

что из более доступных соединений, кроме свинцовых, только одно может быть применено без вреда для испытывавшихся растений — **мышьяковистокислый цинк**. Оно было введено в продажу и рекомендовано для всеобщего употребления (22). Это соединение, повидимому, не исследованное с химической точки зрения, представляет собой легкий порошок, дающий хорошие водные суспензии, чем превосходит мышьяковокислый свинец, но не мышьяковокислый кальций. К сожалению, в других местностях его употребление сопровождалось значительными повреждениями листвы (23). Schoene (24) заметил, что, хотя мышьяковистокислый цинк отдает мало мышьяка чистой воде, но реагирует с углекислотой, при чем много мышьяка переходит в раствор.

21. Colley, R. A., Better Fruit, **15** (5), 1920: 9.
22. Luther, E. E., Better Fruit, **5** (8), 1911 : 65.
23. Oregon Agric. Expt. Sta., Rpt. 1913—1914 : 13.
24. Schoene, W. J., New-York State Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 28, 1913.

Действие мышьяка на насекомых. Относительная действительность мышьяковистого инсектисида зависит в первую очередь от количества находящегося в нем мышьяка. Во всех мышьяковистых соединениях, нашедших себе до настоящего времени применение в качестве инсектисидов, мышьяк присутствует в виде мышьяковистого или мышьякового аниона, т. е. является трех или пятивалентным. Для равных количеств мышьяка Joachimoglu (25) показал, что ядовитости мышьяковистой и мышьяковой кислоты для кроликов относятся как 6 к 10, но для изолированного лягушечьего сердца мышьяковистая кислота в 300 раз ядовитее мышьяковой. Отсюда он заключил, что восстановление мышьяковой кислоты в мышьяковистую необходимо для выявления ядовитости мышьяковой кислоты. По отношению к насекомым Cook и Mc Indoo (5) не могли найти большой разницы в ядовитости, хотя недавно Campbell (26) показал, что для гусениц американского коконопряда-колечника *Malacosoma americana* F. — трехвалентный мышьяк является более ядовитым. Этот результат подтвердил Fink (26а), нашедший, что мышьяковистая кислота на 57%, а мышьяковистокислый натрий на 59% ядовитее мышьяковой кислоты. Он получил эти данные, основываясь на уменьшении потребления кислорода отравленным насекомым. Его работы о влиянии мышьяковистых соединений на дыхательный обмен веществ насекомых привели его к заключению, что их действие сводится к инактивированию окислительных ферментов, вероятно, нарушая, нормальное функционирование глютатиона в явлениях окисления и восстановления внутри клеточной ткани.

Хотя и возможно, что основание (металл) мышьяковистого соединения может иметь влияние на действие инсектисида, но до сих пор нет указаний, что оно может иметь преобладающее значение. Cook и Mc Indoo (5) исследовали действие чистых оснований на гусениц и нашли, что окись кальция полезна насекомым, окиси меди и цинка слегка вредны, а окись свинца всех ядовитее.

Основание имеет значение в том смысле, что оно определяет поведение и относительную стойкость мышьяковистого соединения, так как сравнительная ядовитость мышьяковистых препаратов при равном количестве мышьяка зависит от растворимости мышьяка или „доступности“ его для поглощения в пищеварительном канале. Эта сторона дела привлекла внимание исследователей, но результаты оказались довольно запутанными. Что касается мышьяковокислых солей свинца, то Lovett и Robinson (27) установили для гусениц зап. американского коконопряда-колечника (*Malacosoma pluvialis* Stretch.) большую ядовитость двуосновной соли, чем основной. Из опытов над колорадским жучком Wilson (28) заключил, что парижская зелень выше других мышьяковистых соединений по ядовитости; обычные марки мышьяковокислого свинца, кальция и мышьяковистокислого цинка действовали несколько медленнее, но он считает, что все они достаточно эффективны для борьбы с этим вредителем. Он дает следующие относительные цифры: парижская зелень 80%, мышьяковистокислый цинк 65%, мышьяковокислый свинец 60%, мышьяковокислый кальций 50%, основной мышьяковокислый свинец 20%. Sanders и Kelsall дают следующие цифры относительной ядовитости против осенней медведицы (*Hyphantria cunea* Drury — fall webworm): парижская зелень 72%, мышьяковистокислый цинк 60, мышьяковокислый кальций 44, двузамещенный мышьяковокислый свинец 36. Cook и Mc Indoo (5) на основании тщательных опытов над целым рядом различных насекомых, пришли к следующим выводам: парижская зелень ядовитее мышьяковистокислого цинка; двузамещенный мышьяковокислый свинец ядовитее основного, но при пересчете на одинаковое количество мышьяка парижская зелень не ядовитее двузамещенного мышьяковокислого свинца.

В качестве рабочей гипотезы можно принять, что относительная ядовитость мышьяковистого соединения тесно связана с его химической нестойкостью. Легкая гидролизуемость парижской зелени влечет за собой ее высокую относительную ядовитость, прочные основные мышьяковосвинцовые соли имеют относительно слабую ядовитость. В случае парижской зелени мышьяковистое соединение быстро разлагается во внутренностях насекомого, давая раствори-

мый, легко усвояемый мышьяк, тогда как основной мышьяковокислый свинец проходит через кишечник почти неизмененным.

Эти явления, конечно, затемняются другими факторами, как возраст, вид насекомого, его пища. Кроме того, продажные инсектисиды не вполне чисты и их химические свойства мало известны. Возможно, что примеси могут иметь важное значение, что подтверждается следующими двумя примерами. O'Kane (29) указывает на случай с японским жуком (*Popillia japonica* Newm.), вредителем, весьма трудно уничтожаемым при помощи мышьяковистых соединений; повидимому, они действуют на него только отпугивающе. При прибавлении к смеси для опрыскивания какого-нибудь внутреннего успокаивающего средства, хотя бы основного углекислого висмута, вредитель съедает больше листьев и надежнее уничтожается. Кроме того, насекомое может отрыгнуть раздражающий яд, как показали Cook и Mc Indoo (5): пчелы не отрыгают съеденного мышьяка и поэтому смертельная доза мышьяка для них в шесть раз меньше, чем для шелковичных червей, извергающих до 90% съеденного мышьяка.

Неудивительно, что разные исследователи, работавшие с нечистыми продажными продуктами, получали различные результаты. Поэтому становится сомнительным, что ядовитость мышьяковистых соединений может быть определена по их растворимости, аналогично определению усвояемой фосфорной кислоты в фосфорнокислых удобрениях. Повимому, как установили Cook и Mc Indoo, оценка мышьяковистых инсектисидов может быть произведена только из сравнения данных химического анализа и подробного токсикологического исследования.

[По Вышелесской (29а), токсическое действие различных препаратов мышьяковистокислого натрия было испытано на личинках комаров (Culex, Aëdes) и на черных тараканах. Опыты над комарами показали, что при разведении 1: 20000 процент смертности правильно возрастает по мере обогащения препарата As_2O_3 от 45 к 56 и 81. Точно так же и опыты с 42 и 85% As_2O_3, содержащегося в препаратах мышьяковистокислого натрия, над тараканами показали, что, сохраняя эквимолекулярные условия, первого препарата нужно взять вдвое больше для достижения 100% смертности. Параллельные опыты с белым мышьяком (As_2O_3) показали, что он значительно уступает в токсичности мышьяковистокислому натрию.

По отношению к саранчевым токсичность мышьяковистокислого натрия и др. производных мышьяка определялась Вышелесской и Парфентьевым (29b) как в лабораторной, так и в полевой обстановке. Работа была проведена с препаратом мышь-

яковистокислого натрия, содержавшим 59,44 % As_2O_3. Опыты в полевой обстановке, проводившиеся с учетом листовой поверхности, показали, что для личинок IV возраста полная гибель была при дозировке в 2,1 *кг* мышьяковистокислого натрия на гектар листовой поверхности. Высокая смертность была также при дозах 1 *кг* и выше на гектар. Меньшие количества не оказывали действия. Для личинок V-го возраста полная гибель отмечалась при дозировке мышьяковистокислого натрия в 4 *кг* и выше на гектар листовой поверхности. Частичная смертность зарегистрирована, начиная от 1,5 до 3,3 *кг* мышьяковистокислого натрия на гектар листовой поверхности. Мышьяковисто- и мышьяковокислый кальций во всех опытах давали больший % гибели, чем мышьяковистокислый натрий, и мышьяковокислый натрий с содержанием 85% As_2O_3 убивал быстрее, чем препарат с 42%.

Попытка осветить механизм отравляющего действия мышьяковистокислого натрия на саранчу была сделана Ненюковым и Тареевой (29c). Для решения вопроса, где в кишечнике и сколько отлагается мышьяковистых соединений, авторы пользовались двумя методами: 1) искусственным — погружением живого кишечника в раствор мышьяковистокислого натрия и 2) естественным — введением через рот. В качестве подопытного материала служила саранча четвертого возраста, выращенная из кубышек в лаборатории. Средние величины опытов показали, что наибольшее усвоение происходит в средней кишке. Некротизирующее действие мышьяка получается в тех случаях, где отравляющее вещество берется в относительно больших концентрациях. Слабые дозировки вызывают только сильное раздражение кишечника, что выражается поносом; более значительные вызывают глубокий некроз кишечного эпителия. Главным образом, яд отлагается в средней кишке, переходит в кровь и действует на двигательные центры, т. е. грудные узлы, а также на симпатическую нервную систему. *А. П.*]

25. Joachimoglu, G., Biochem. Zeitschr., **70**. 1915 : 144.
26. Campbell, F. L., Journ. Agric. Res., **32**, 1926 : 359.
26a. Fink, D. E., ibid., **33**, 1926 : 993.
27. Lovett, A. L., and Robinson, R. H. ibid, **10**, 1917 : 199.
28. Wilson, H. F., Wis. Agric. Expt. Sta., Bull. 303, 1919.
29. O'Kane, W. C., Ind. Eng. Chem., **15**, 1923 : 911.
29a. Вышелесская, Н. С., Труды научно-исследовательской лаборатории отравляющих веществ., вып. 1, 1927 : 16—21.
29b. Вышелесская, Н. С., и Парфентьев, И. А. ibid. Вып. 3, 1928 : 41—51.
29c. Ненюков, Д. В., и Тареева, А. И., ibid. Вып. 5, 1928 : 59—64.

[**Действие мышьяка на позвоночных.** Об этом довольно много писалось фармакологами (29d); здесь упоминаются лишь работы, проделанные в СССР и относящиеся к области защиты растений.

Парфентьевым (29е) была изучена токсичность различных препаратов мышьяковистокислого натрия, параллельно с другими мышьяковистыми производными в отношении грызунов. Объектами опытов служили: кролики, мыши, серые крысы. Для оценки токсичности образца был избран путь определения минимальной летальной дозы. Подлежащие испытанию соединения животные получали с пищей, кроме того, некоторые из соединений вводились животным в растворе в полость тела или в вену уха. Таким образом, были изучены следующие препараты: 1) мышьяковистый ангидрид (белый мышьяк), 2) мышьяковый ангидрид, 3) арсениты натрия с различным процентным содержанием As_2O_3, 4) арсенаты кальция с различным процентным содержанием As_2O_5. На первом месте по токсичности для грызунов оказались арсениты и арсенаты кальция, затем арсенит натрия. Опыты с различными образцами арсенитов натрия показали, что повышение содержания As_2O_3 от 70 до 85% сопровождается соответственным увеличением токсичности.

Что касается отношения крыс к приманкам с различными соединениями мышьяка, то в лабораторной обстановке оказалось, что серые крысы сравнительно легко берут приманки, отравленные мышьяковистым ангидридом, арсенитами и арсенатами кальция. Напротив, приманка, содержащая арсенит натрия, поедается хуже; наконец, приманки из того же вещества, но со швейнфуртской зеленью — белые мыши и серые крысы почти совсем не брали. Опыты в отношении „привыкания“ крыс к мышьяку при повторных затравливаниях показали довольно значительное привыкание в отношении мышьяковистого ангидрида (особенно крупного размола), что же касается мышьяковистокислого натрия, то здесь никакого привыкания не отмечено. Траут и Семенов (29f) изучали токсикологические достоинства мышьяковистокислого натрия в отношении сусликов. Оказалось, что здесь этот яд имеет даже известные преимущества по сравнению с мышьяковокислым кальцием. Хотя применение мышьяковокислого кальция и дает довольно высокое поедание пшеницы и, особенно, проса (при оценке приманочного метода, как в лабораторных, так и в полевых условиях), а также значительную смертность, но и то и другое значительно уступает результатам применения оптимальных концентраций мышьяковистокислого натрия. *А. П.*]

29d. Кравков, Н. П., Фармакология.
29е. Парфентьев, И. А., Тр. Н.-Иссл. Лабор. Отр. Веществ. 2, 1927: 82.
29f. Траут, И. И. и Семенов, К. М., там же, 5, 1928: 59.

Действие мышьяковистых соединений на растения. Мы уже видели, что одним из первых недостатков мышьяковистых соединений при применении их в качестве инсектисидов было повреждение листвы, иногда ими причиняемое. Оно обнаруживается сначала привяданием, а затем потемнением и съеживанием ткани, особенно по краям. Это повреждение объясняли присутствием растворимого мышьяка. Swingle, Morris и Burke (30) установили справедливость этого предположения. Они разделили все испытанные мышьяковистые соединения на две группы—легко растворимых в воде и нерастворимых, т. е. отдающих лишь немного мышьяка чистой воде. Первые гораздо сильнее повреждали листву при опрыскивании, чем вторые, даже при большем разведении. Вследствие большой изменчивости разных образцов мышьяковистых соединений „нерастворимой“ группы (мышьяковокислый свинец, мышьяковистокислый цинк) нельзя было вывести общих заключений об относительной их „безопасности“.

В практике вредные свойства некоторых мышьяковистых соединений, как парижская зелень, мышьяковокислый кальций, нейтрализуют прибавкой извести или смешением их с Бордосской жидкостью, содержащей избыток извести. Swingle, Morris и Burke нашли, что известь до некоторой степени уменьшает вредное действие парижской зелени и мышьяковистокислого кальция. Уже было упомянуто (19), что известь, прибавленная к мышьяковокислым солям кальция, осаждает растворимый мышьяк в виде основной соли, медленно отдающей мышьяк в раствор под действием углекислоты. Следует ожидать, что все факторы, помогающие переходу мышьяка в раствор, будут увеличивать опасность поражения листвы. Smith (31) приписал, например, ожоги листвы от двузамещенного мышьяковокислого свинца на тихоокеанском побережьи Соединенных Штатов, разложению его под действием соли, принесенной частыми, густыми туманами этой местности.

Вопрос осложняется, как и во всех случаях повреждений от опрыскивания, тем обстоятельством, что растения различаются по их чувствительности к воздействию мышьяковистых соединений. Эта чувствительность зависит, повидимому, от бесчисленного количества факторов, одним из которых могут быть экскреты листа. Patten и O'Meara (32) предполагают, что выделяемая листьями углекислота может способствовать образованию растворимого мышьяка. Ожоги листвы хлопчатника мышьяковокислыми солями кальция, как показал Smith (31) могут быть связаны с присутствием в росе, собранной с растений, значительного количества солей, способствующих растворению мышьяка. Одно интересное обстоятельство подмечено Swingle,

Morris и Burke, а именно, что поражение листа начинается с эпидермиса нижней его стороны, независимо от количества устьиц на обоих поверхностях. Это указывает на прямое проникновение через более тонкую кутикулу, в отличие от проникновения через устьица сернистых смесей.

Наконец, вопрос о мышьяковистых повреждениях осложняется влиянием климатических условий. Обобщающие выводы по этому вопросу еще не найдены, но Fernald и Bourne (33) показали, что ненормальные условия погоды способствуют более сильному поражению. Повидимому, высокая влажность и температура способствуют вредоносности мышьяковистых соединений.

30. Swingle, D. B., Morris, H. E. and Burke, E., Journ. Agric. Rés., **24**, 1923; 501.

31. Smith, C. M., ibid., **26**, 1923: 191.

32. Patten, A. J. and O'Meara, P., Mich. Agric. Expt. Sta., Quart. Bull., **2**, 1919: 83.

33. Fernald, H. T. and Bourne, A. I., Mass. Agric. Expt. Sta., Bull. 207, 1922; 210, 1922: 89.

Ингредиенты для мышьяковистых соединений. Употребление мыла при мышьяковистых инсектисидах ведет к образованию растворимого мышьяка; раньше его применение рекомендовалось, но теперь установлено, что получаются ожоги при опрыскивании. Cook и Mc Indoo показали, что при смешении с мылом из ворвани весь мышьяк из двузамещенного мышьяковокислого свинца в течение суток переходит в раствор, а свинец дает свинцовое мыло. С мышьяковокислым кальцием мышьяка переходило в раствор меньше, но все таки такая смесь была признана „несовместимой" и непригодной для употребления. Напротив, известковый раствор казеина может быть применен. Сам казеин, как и сапонин, не действует на мышьяковистые соединения и не ускоряет образование растворимого мышьяка. Так как хорошо сохраняющийся раствор казеина содержит больший или меньший избыток извести, то она может влиять на поведение мышьяковистых соединений. Мы уже разбирали действие избытка извести на мышьяковокислый кальций. Таким же образом прибавление известкового раствора казеина, содержащего избыток извести, будет временно уменьшать количество растворимого мышьяка, выделяемого более растворимыми мышьяковистыми соединениями. В этом заключается смысл давно найденного эмпирического правила прибавления извести к парижской зелени и лондонскому пурпуру для уменьшения опасности ожогов. В случае же прибавления извести (или известкового раствора казеина) к более трудно растворимым мышьяковистым соединениям, как мышьяковокислые соли свинца, вопрос вовсе не так ясен. Campbell (34), исследуя причину тяжелых ожогов от двуза-

мещенного мышьяковокислого свинца, к которому была прибавлена известь с целью уменьшить его вредоносность, нашел, что произошла реакция с образованием основных мышьяковокислых солей свинца и кальция. Последние на воздухе образовали двузамещенный мышьяковокислый кальций, дающий больше растворимого мышьяка, чем примененный мышьяковокислый свинец. С другой стороны, Van der Meulen и Van Leeuwen (35) опытами доказали, что прибавка гашеной извести к мышьяковокислому свинцу устраняет ожог листвы у персика. Лабораторным исследованием они установили, что известь действует на двузамещенный мышьяковокислый свинец с образованием гидрата окиси свинца и основных мышьяковокислых солей кальция, но реакция эта слишком медленна, чтобы получилось опасное количество растворимого мышьяка.

Прибавление извести влияет на ядовитость мышьяковистых соединений. Cook и Mc Indoo (5) доказали, что их токсическая ценность уменьшается, во-первых, вследствие уменьшения количества мышьяка, удерживающегося на листве, и, во-вторых, вследствие связывания растворимого мышьяка, благодаря чему он перестает действовать, как яд, что особенно заметно на мышьяковокислых солях кальция. При применении порошка мышьяковокислого свинца заменяют известковый раствор казеина сапонином, чтобы не понижать процентного содержания мышьяка и быстро получить хорошую суспензию. В одном образце, исследованном автором, размолотая кора одного тропического дерева—квеллаха—была прямо прибавлена к сухому инсектисиду для получения продукта, превосходящего по годности для опрыскивания обычный порошок.

Наконец, часто рекомендуют прибавку желатина (37); Woodman (36) нашел, что он является лучшим защитным коллоидом для мышьяковокислого свинца.

34. Campbell, F. L. Journ. Agric. Res., **32**. 1926: 77.
35. Van der Meulen, P. A. and Van Leeuwen, E. R., ibid., **35**, 1927: 313.
36. Woodman, R. M., Journ. Pom. Hort. Sci., **4**, 1925: 78.
37. Lovett, A. L. Oregon Agric. Expt. Sta. Bull., 169, 1920.

Группа фтористых соединений. Фтористый натрий является давно известным и признанным ядом в отношении тараканов; согласно Fulton (38) он не менее ядовит для европейской уховертки *(Forficula auricularia* L.*)*, чем белый мышьяк. Ripley (39) советует применять его в отравленных приманках вместо мышьяковистых соединений. К сожалению, вследствие его сравнительно большой растворимости, он не годится для опрыскивания листвы из-за ожогов. Поэтому для названной цели Marcovitch (40) рекомендует вместо него кремнефтористый натрий.

Кремнефтористый натрий (Na_2SiF_6) является белым, мало растворимым в холодной воде порошком. Marcovitch нашел также, что кремнефтористый кальций и криолит (Na_3AlF_6) пригодны для опыливания. Его предложение поддержали Tattersfield и Gimingham (41), которые испробовали кремнефтористые соли калия и натрия для опрыскивания. Из их опытов следует, что названные соли являются ценными инсектисидами.

Кремнефтористые соли давно известны и оценены, как антисептики; при их энергичном действии на низших, они сравнительно безвредны для высших животных. В настоящее время считают, что они действуют на насекомых, как кишечные яды, хотя в некоторых случаях не исключено и поверхностное действие. Shafer (42) предполагает, что фтористый натрий, прилипая к лапкам таракана, может вызвать раздражение; насекомое, чтобы от него избавиться, чистит лапки ртом, при чем яд попадает в пищеварительный тракт. Marcovitch указал, что высокая плотность современных кремнефтористых солей является недостатком, но высказал предположение, что можно приготовить более пригодный для опыливания продукт. Этот вопрос был специально исследован Walker и Mills (42a) по отношению к хлопковому долгоносику (*Anthonomus grandis* Boh.). Они нашли, что продажный кремнефтористый натрий ядовитее продажного мышьяковокислого кальция, если сравнивать их по объему; если же по весу, то первого нужно взять вдвое—вчетверо больше, чем второго, чтобы надежно опылить ту же площадь. Так называемый „легкий“ и „очень легкий“ продажные сорта все-таки были слишком тяжелы с точки зрения кроющей способности, а если их чистота падала ниже 80%, то они становились менее ядовитыми, чем мышьяковокислый кальций. Специальные сорта (I — 80% Na_2SiF_6 и 20% SiO_2; II — 90% $BaSiF_6$ и 10% SiO_2) оказались столь же действительными, как равный вес мышьяковокислого кальция, и почти безвредными для растений. Кремнефтористый барий и криолит лишь немногим уступают по ядовитости мышьяковокислому кальцию, но для опыления единицы площади их приходится затрачивать больше по весу.

При употреблении кремнефтористых солей для опрыскивания следует иметь в виду, что по наблюдениям Tattersfield и Gimingham сапонин, как разбавитель, уменьшает их токсичность. [Совершенно недопустимо прибавление извести, как это практикуется при мышьяковистых инсектисидах. В результате получается нерастворимый продукт, так что известь оказывается весьма действительным противоядием. *И. Ф.*]

38. Fulton, B. B., Journ. Econ. Entom., **16**, 1923: 369.
39. Ripley, L. B., Bull. Entom. Res., **15**, 1924: 29.

48. Marcovitch, S., Ind. Eng. Chem., **16**, 1924: 1249, а также Tennessee Agric. Expt. Sta., Bull. 131, 1924.

41. Tattersfield, F. and Gimingham, C. T., Ind. Eng. Chem., **17**, 1925: 323.

42. Shafer, G. D., Mich. Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 21, 1915.

42a. Walker, H. W. and Mills, J. E., Ind. Eng. Chem., **19**, 1927: 703.

Хлористый барий. [Из баритовых соединений в природе чаще всего встречается сернобариевая соль — $BaSO_4$. При накаливании с углем она дает сернистый барий: $BaSO_4 + 4C = BaS + 4CO$. Остаток от прокаливания обрабатывается водой, в которой BaS — растворим, а затем кипятится с HCl, при чем $BaCl_2$ образуется по уравнению $BaS + 2HCl = BaCl_2 + H_2S$.

Кристаллизуется хлористый барий с двумя молекулами воды — $BaCl_2 \cdot 2H_2O$. Применяется в 2—4% растворе в борьбе с гусеницами и в 3—5% в борьбе с жуками. В первую очередь хлористый барий является желудочно-кишечным ядом, но в отношении некоторых вредителей (например, тлей, как показал Korff, 42b) он является также и контактным инсектисидом. Хлористый барий имеет преимущество перед мышьяковистыми соединениями только в дешевизне и безопасности для человека, домашних животных и растений. Уступает препаратам мышьяка в токсичности; в виду хорошей растворимости в воде имеет ограниченную продолжительность действия, которая очень мало повышается от прибавления извести, клея, мелассы. Удобен для опрыскивания овощей или ягодных кустарников, так как таковое возможно даже перед снятием урожая. В СССР чаще всего применялся в борьбе со свекловичным долгоносиком и луговым мотыльком (42c). *А. П.*].

42b. Korff, Praktische Blätter für den Pflanzenschutz, 1925: 56.

42c. Кулагин, Н. М., Вредные насекомые и меры борьбы с ними: 192.

Бура. [Поступает в продажу в виде призматической буры ($Na_2B_4O_7 . 10H_2O$) или, что реже, — октаэдрической буры ($Na_2B_4O_7 . 5H_2O$). Октаэдрическая бура имеет удельный вес 1,81, тогда как призматическая — 1,69. Самородная бура (тинкал) находится в больших количествах в Тибете и в некоторых др. местах. Искусственно бура приготовляется путем внесения борной кислоты в кипящий раствор соды. В продажном продукте встречаются примеси: поваренная соль, сода, квасцы. Бура применяется, главным образом, для борьбы с вредителями домашнего хозяйства (тараканами). Для этого пользуются смесями: буры с мелом или буры с сахаром или же приготовляют приманки, примерно по следующему рецепту: 2 части тонко размолотой буры, 1 часть салициловой кислоты и 9 частей кашицы из овощей с добавкой небольших количеств жира и пива. *А. П.*]

Чемерица. Размолотое корневище белой чемерицы (*Veratrum album* L.) в виде порошка или мыльного раствора было рекомендовано еще в 1842 году против „червей“ на крыжовнике (43). Согласно Lodeman (44) это средство было введено в Америку и употреблено против крыжовникового пилильщика (*Pteronus ribesii* Scop.) J. Harris'ом. Родственный американский вид чемерицы (*V. viride* Ait.) обладает близкими к европейскому свойствами.

Порошок при лежании на воздухе теряет ядовитость и поэтому он особенно пригоден для защиты плодовых или ягодных растений как крыжовник и смородина незадолго до сбора урожая, когда нельзя употреблять мышьяковистых соединений.

Из растений рода *Veratrum* было изолировано несколько алкалоидов, которым приписывают инсектисидные свойства. Bredemann выделил из белой чемерицы алкалоид протовератрин, кристаллизующийся в четырехгранных пластинках (по Jervine—в призматических кристаллах) с температурой плавления 238° — 242°С. Близкие химические соединения были выделены из *V. viride*, но подробнее были исследованы алкалоиды из *Veratrum sabadilla* Retz. Аморфная смесь алкалоидов, употребляемая в медицине под названием „вератрина“, получается из семян этого растения. Цевадин, кристаллический алкалоид из этой смеси, недавно исследовали Macbeth и Robinson (46). Интересно, что они нашли в цевадине лактонную группировку, которой придается особое значение (см. стр. 157).

Обычно принимают, что чемерица действует как кишечный яд, хотя не исключена возможность и поверхностного действия.

Зимовник (*Helleborus niger* L.) согласно Hollrung'у (47) был применяем в качестве кишечного инсектисида, сходного с чемерицей в том, что его ядовитость падает при стоянии на воздухе. Ядовитость разных видов (*Helleborus niger*, *H. viridis*, *H. foetidus*) объясняется присутствием в них глюкозидов, что вообще характерно для семейства лютиковых. Thaeter (48) выделил два глюкозида, геллеборин и геллебореин, а Sieburg (49) доказал принадлежность геллебореина к сапонинам.

43. Gard. Chron., 1842, June 18, 397.
44. Lodeman, E. G., The Spraying of Plants, New York, 1903: 13.
45. Bredemann, Apoth. Zeit, **21**, 1906: 41, 53.
46. Macbeth, A. K. and Robinson, R., Journ. Chem. Soc., **121**, 1922: 1571.
47. Hollrung, M., Die Mittel zur Bekämpfung der Pflanzenkrankheiten, 3 Aufl. Berlin, 1923: 107.
48. Thaeter, C. K., Arch. Pharm., **235**, 1897: 414.
49. Sieburg, E., Arch. Pharm., **251**, 1913: 154.

Прочие кишечные инсектисиды. Часто различные авторы указывали на необходимость замены мышьяковистых соединений, в виду

их ядовитости для высших животных, каким-либо другим инсектисидом. Lefroy (50), например, находит, что мышьяковосвинцовая паста не годится в Индии, так как, по его мнению, высокая температура Индии ведет к ее разложению с образованием растворимого мышьяка. Для замены он предложил **хромовокислый свинец**, получаемый в самом опрыскивателе взаимодействием 20 *г* азотнокислого свинца с 10 *г* двухромовокислого калия, растворенных в 6 литрах воды; по его заявлению этот осадок хотя и уступает по ядовитости парижской зелени, но сравним с мышьяковокислым свинцом. Будучи окрашен в желтый цвет, он хорошо виден на листве. Он очень трудно растворим, трудно разлагается и почти не смывается дождем. Опыты Johnson'а (51) по опыливанию порошком хромовокислого свинца для истребления колорадского картофельного жука дали, по сравнению с мышьяковистыми соединениями, очень неважные результаты.

Хотя многие органические вещества были предложены в качестве кишечных инсектисидов, благоприятные отзывы имеются только о фенолатах динитрокрезола. Hargreaves (52) нашел, что **аммиачная соль динитроортокрезола** весьма ядовита для гусениц *Pieris rapae* L. и *Spilosoma lubricipeda* Esp. „**Антиноннин**" и сходные соединения, убивающие яички, разбираются дальше.

Наконец, следует упомянуть об обзоре возможных немышьяковистых кишечных инсектисидов, сделанном Moore и Campbell'ем (63). Они испробовали, главным образом, на японском жуке (*Poppilia japonica)*, большое количество органических и неорганических соединений; лишь **цианистая медь** оказалась сравнимой по ядовитости с мышьяковокислым свинцом; против коконопряда (*Malacosoma americana*) оказалось интересным применение **роданистой меди**.

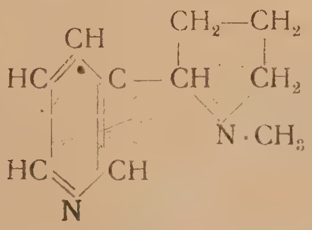
50. Lefroy, H. M, Agric. Journ. India, **5**, 1910: 138.
51. Johnson, F. A., U. S. Dept. Agric., Bur. Entom., Bull. 109, 1912: 53.
52. Hargreaves, E., Bull. Entom. Res., **15**, 1924: 51.
53. Moore, W. and Campbell, F. L., Journ. Agric. Res., **28**, 1924: 395.

ГЛАВА VII.

Контактные инсектисиды.

Никотин. Табак был ввезен в Европу около 1560 года. В 1560 году Jean Nicot послал его семена французскому королю, описывая его, как ценное лекарственное растение. Ценность его как инсектисида была, повидимому, известна Collinson. В 1846 году он писал из Англии американскому ботанику Bartram, советуя употреблять табачный настой против сливового долгоносика (1). Научное исследование связало ядовитость табака с присутствием в нем никотина, алкалоида, который открыли в 1828 году Posselt и Reimann. Выделение никотина из табачной пыли дало нам один из лучших и наиболее исследованных инсектисидов.

Химическая природа никотина хорошо исследована. Чистый алкалоид является подвижной бесцветной жидкостью, кипящей при 247°. При хранении он темнеет, становится почти черным и более вязким. Он растворим в воде и неприятно пахнет. Будучи довольно летучим, он перегоняется с паром, благодаря чему он, повидимому, и был открыт так давно. Строение никотина было установлено синтетически в 1904 году Pictet и его сотрудниками (2). Он является α-пиридил-α-метил-пирролидином:



Синтетически получается оптически недеятельный никотин, могущий быть разделенным на оптические изомеры. Левовращающий никотин,

встречающийся в природе, для млекопитающих вдвое ядовитее, чем правовращающий. Неизвестно, приложим ли этот интересный факт к насекомым.

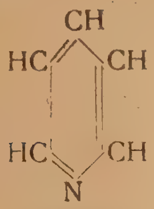
Никотин является основанием, дающим растворимые соли с минеральными и органическими кислотами. В табаке он связан с яблочной и лимонной кислотами. В продаже он имеется в свободном состоянии и в виде сульфата, получаемого патентованным способом и известного под маркой „Black Leaf 40“ („черный лист 40“), содержащего 40% основания. Как сам продажный никотин, так и сульфат сохраняются хорошо, если не говорить об уже упомянутом „старении“. Но, повидимому, эти изменения при „старении“ не влияют на ядовитость продукта. На воздухе никотин, будучи гигроскопичным, поглощает влагу. Согласно McDonnell и Young'y (3), равновесие достигается при 89% никотина, тогда как при сульфате равновесие достигается выпариванием при 45% никотина.

1. Waite, M. B., Gilbert, W. W., и др., U. S. Dept. Agric. Year-Book, 1925: 453.
2. Pictet, A. and Rotschy, A., Ber., 37, 1904: 1225.
3. McDonnell, C. C. and Young, H. D., U. S. Dept. Agric., Bull. 1312, 1925

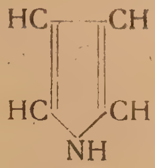
Действие на насекомых. Возможно, что никотин может действовать, как желудочно-кишечный яд, но здесь мы разберем, главным образом, его действие на сосущих насекомых, на которых он, повидимому, действует не через рот, но через покровы тела. Из многочисленных опытов Mc Indoo (4) заключил, что никотин при любом способе применения действует через воздух, проникая в виде пара в трахеи насекомых и парализуя нервную систему. Такой же паралич наблюдается и при отравлении никотином высших животных. Смерть происходит от удушения вследствие паралича дыхательного центра. У насекомых же доказано, что трахеи и ткани содержат достаточно кислорода для поддержания жизни, в течение нескольких часов, тогда как никотин отравляет в несколько минут. Важность испарения доказал de Ong (5), установивший тесную зависимость между летучестью никотина и его ядовитостью; соли его гораздо менее летучи и соответственно менее ядовиты, чем чистый никотин.

Обособленное положение никотина среди других алкалоидов, ядовитых для высших животных и безвредных для насекомых, дало повод к многочисленным его исследованиям. Было высказано, что его ядовитость зависит от строения и что сходно составленные соединения окажутся столь же ядовитыми. Получение их имело бы практическое значение, так как мы не имеем промышленного способа синтеза никотина.

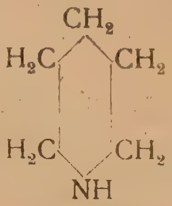
Как мы видели, молекула никотина содержит ядро пиридина и пиррола:



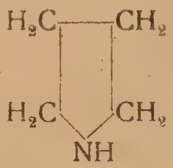
Пиридин



Пиррол

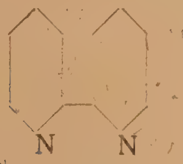


Пиперидин

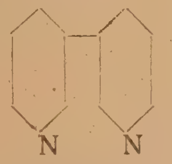


Пирролидин

Пиридин и пиррол для насекомых мало ядовиты (6), но гидрогенизация (сполна гидрированный пиррол называется пирролидином, пиридин — пиперидином) повышает их ядовитость для *Aphis rumicis L.* Исследуя ядовитость для насекомых веществ, построенных сходно с никотином, Richardson и Smith (7) отметили высокую токсичность сырого дипиридила. Дипиридилы получаются из двух молекул пиридина с удалением двух атомов водорода и существуют в виде шести изомерных форм:

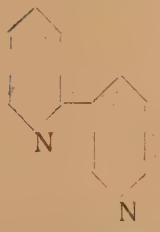


α-α Дипиридил

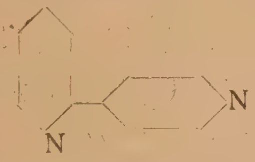


β-β Дипиридил

γ-γ Дипиридил



α-β Дипиридил



α-γ Дипиридил

β-γ Дипиридил

Все они могут присутствовать в сыром дипиридиле, приготовленном авторами. По отношению к некоторым насекомым он оказался ядовитее никотина, для тлей—менее ядовитым. Попытки изолировать и определить наиболее ядовитый изомер пока что не увенчались успехом.

4. Mc Indoo, N. E., Journ. Agric. Res., 7, 1916: 89.
5. de Ong, E. R., Journ. Econom. Entom., **16**, 1923: 486.
6. Tattersfield, F. and Gimingham, C. T., Ann. Appl. Biol., **14**, 1927: 217.
7. Richardson, C. H. and Smith, C. R., Journ. Agric. Res., **33**, 1926: 597.

Действие на растения. Мы не имеем никаких сведений о повреждениях растений растворами никотина или табачной пылью. Повидимому, в этом отношении никотин, как и многие другие инсектисиды растительного происхождения, приближается к идеалу.

Применение. Заметим прежде всего, что никотин и его сернокислая соль различны в действии, так как для проявления полного действия сернокислого никотина необходимо прибавить к нему какое-либо основание, вытесняющее никотин из его соли. Удовлетворительное распределение контактного инсектисида совершенно необходимо для его успешного действия; если при желудочно-кишечных ядах хорошее распределение инсектисида имеет большое значение, то при контактных ядах раствор не только должен хорошо смачивать листву, но и проникать в тело насекомого. Moore и Graham (8) исследовали способность жидкостей проникать в трахеи насекомого и нашли, что из водных растворов только растворы мыла обладают этой способностью. Растворы приклеивающих веществ, действующие только вследствие повышенной вязкости (сапонин, казеин, желатин), в трахеи не проникают. Но все-таки их употребление с контактными инсектисидами даст лучший результат опрыскивания, чем без них. В местностях с слишком жесткой водой, где применение мыла невозможно, Petherbridge и Kent (9) пользовались растворами казеината натрия. Их результаты показывают, что нет почти никакой разницы между растворами никотина с казеинатом натрия в жесткой воде и растворами никотина с мылом в мягкой.

Употребление никотина с мылом горячо рекомендуется. Moore (10) отмечает, что действительность никотина возрастает на 50% от прибавки мыла. Его специфическое действие объясняется, во-первых, тем, что мыло улучшает кроющую способность раствора и, во-вторых, тем, что растворы мыла, несмотря на щелочную реакцию, не влияют на летучесть никотина. Кроме того, проникновение мыльного раствора в трахеи приводит никотин, а не его пары, в непосредственное соприкосновение с поглощающими поверхностями тела насекомого. Наконец, мыло само ядовито для насекомых, о чем речь будет ниже.

В продаже имелся целый ряд препаратов мыла с никотином, готовых к употреблению, но оказалось, что они портятся при хранении и теряют никотин. McDonnell и Nealon (11) исследовали это явление и нашли, что потеря никотина происходит не от улетучивания, а от химического превращения. Получается какой-то смолистый продукт, увлекающий никотин в осадок в виде какого-то

продукта конденсации или соли жирной кислоты. Скорость образования этого осадка зависит, повидимому, от физических свойств мыла: она больше с твердыми натровыми мылами, чем с мягкими натровыми или калийными. Мыла, как известно, являются солями жирных кислот и щелочей. Время от времени делались предложения употреблять сам никотин вместо основания и получать „никотиновые мыла". Moore (12), например, рекомендовал вместо мыла для эмульгирования (см. стр. 158) мылоподобную соль никотина и продажной олеиновой кислоты. Ряд никотиновых „мыл" был исследован Hoyt (13), нашедшим большие различия в их действии в зависимости от рода жирной кислоты. Такие соединения, повидимому, не нашли широкого применения.

Употребление мыла с сернокислым никотином вдвойне желательно, так как мыло способствует выделению свободного никотина: при гидролизе мыло дает свободную щелочь, вытесняющую никотин из его соли.

8. Moore, W. and Graham, S. A., Journ. Agric. Res., **13**, 1918: 523.
9. Petherbridge, F. R. and Kent, W. G., Journ. Min. Agric., **33**, 1926: 51.
10. Moore, W., Journ. Econ. Entom., **11**, 1918: 443.
11. McDonnell, C. C. and Nealon, E. J., Ind. Eng. Chem., **16**, 1924: 819.
12. Moore, W., Journ. Econ. Entom., **11**, 1918: 341.
13. Hoyt, L. F., Ind. Eng. Chem., **16**, 1924: 1171.

Никотиновая пыль. За последние годы никотин и его сернокислая соль в пылевидном состоянии получили широкое распространение. Впервые экспериментально их испробовал Smith в 1917 году (14). Никотином или раствором его сульфата напитывают какой-либо тонкий порошок и этот порошок распыляют на растения. Действительность опыливания в первом приближении будет пропорциональна скорости испарения никотина и, возможно, что успех этого способа связан со сравнительно большой поверхностью частиц порошка, испаряющей никотин. Headlee и Rudolfs (15) показали, что скорость испарения никотина зависит от физических свойств порошка и что более тонко раздробленные коллоидные порошки менее выгодны, чем кристаллические. Этот вывод подтвердили Thatcher и Streeter (16), определившие „коллоидные" порошки: каолин, кизельгур и тальк, как „абсорбирующие", кристаллические же: гипс, серу и т. д., как „инертные" порошки. При этом принимается, что абсорбированный более тонким порошком никотин медленнее испаряется.

При употреблении порошков с сернокислым никотином играет важную роль выделение свободного никотина из сульфата. Headlee и Rudolfs рекомендуют в качестве порошка смесь доломита (углекислый кальций-магний) с гашеной известью, действующей на серно-

кислый никотин („химические ускорители“). Thatcher и Streeter определяют их, как „активные“, и рекомендуют употреблять гашеную известь или осажденный мел.

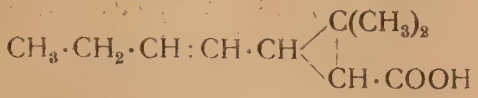
14. Smith, R. E., Calif. Agric. Expt. Sta., Bull. 336, 1921.
15. Headlee, T. J. and Rudolfs, W., N. Jersey Agric. Expt. Sta., Bull. 381, 1923.
16. Thatcher, R. W. and Streeter, L. R., New York State Agric. Expt. Sta., Bull. 501, 1923.

Пиретрум. Согласно Лодеману, один армянин, по фамилии Джумтиков, нашел, что кавказские племена изготовляют хороший порошок против насекомых из цветочных головок одного вида ромашки. Его сын начал промышленное производство этого порошка в 1828 году [этот порошок широко известен в России под именем „персидского порошка“, а в 1850 году появился во Франции. Употребляется он, главным образом, для борьбы с домашними насекомыми, но был сделан также ряд попыток и полевого применения. *И. Ф.*]. В настоящее время порошок пиретрум изготовляется, главным образом, из трех видов рода *Pyrethrum* (*Chrysanthemum*). Наиболее действительный далматский порошок приготовляется из цветочных головок *P. cinerariaefolium* Trev., растения, распространенного в Далмации и на Балканском полуострове. В Соединенных Штатах он продается под названием „Buhack“. Персидский порошок изготовляется из двух видов *P. roseum* и *P. carneum* Bieb., распространенных в Персии и на Кавказе. Так называемая германская или африканская ромашка не имеет ничего общего с вышеупомянутыми; она изготовляется из корневищ *Anacyclus pyrethrum D. C.* и *A. officinarum* Hayne, не имеет применения в качестве инсектисида, но употребляется в фармации под названием „Radix Pyrethri“.

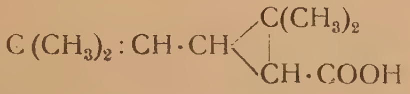
Одно время порошки ромашки употреблялись в садоводстве, потому что свеже приготовленный материал весьма ядовит для некоторых насекомых и безвреден для высших животных. К сожалению, он теряет ядовитость при лежании на воздухе и до сих пор не имеется способа его стандартизации. Поэтому он потерял свою былую популярность из-за ненадежности. В настоящее время в Англии и Франции делаются попытки возродить ромашку, как действенный и, по возможности, хорошо стандартизуемый инсектисид (2).

Активные компоненты были выделены, но их химическое строение еще не подтверждено синтезом. Fujitani (3) выделил активное соединение „пиретрон“, оказавшееся смесью сложных эфиров спирта

„пиретрола“ с различными кислотами. Yamamoto (4) удалось выделить две кислоты; для одной из них он предлагает формулу:

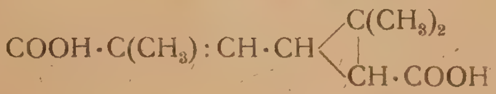


Пиретрон подробно исследовали Staudinger и Ruzicka (5), которые выделили из него два сложных эфира („пиретрин I“ и „пиретрин II“). Они оказались соединениями кетоноспирта „пиретролона“ с двумя кислотами. Первая из них — монокарбоновая кислота строения:



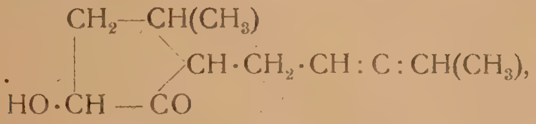
(1)

вторая — ей родственная дикарбоновая кислота:

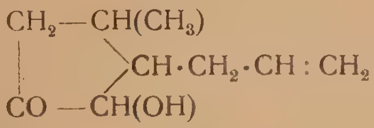


(2)

Для кетоноспирта была предложена формула строения:



но попытки точно определить строение боковой цепи C_5H_7, повидимому, не увенчались успехом. После восстановления пиретролон дает тетрагидро-пиретрон, являющийся 3-метил-2-n-амилциклопентаноном (подтверждено синтезом). Спирт и кислоты оказались лишь слегка ядовитыми для насекомых, эфиры же их не уступали по ядовитости природным соединениям. Staudinger и Ruzicka показали, что монокарбоновая кислота дает более ядовитые эфиры. Эти же исследователи изучили инсектисидные свойства эфиров упомянутых кислот и спиртов, сходных по строению с пиретролоном. Некоторые из них оказались ядовитыми для насекомых, например, эфиры 1-метил-2-аллилциклопентанолона:



хотя и не в такой степени, как естественные эфиры пиретролона.

Chevalier и Mercier (6) изучали действие пиретрума на насекомых и пришли к заключению, что яд действует на их мускулатуру и что смерть наступает от паралича. Чем проще строение животного, тем быстрее наступает паралич. Яд, повидимому, не действует на теплокровных позвоночных. Летучесть этих ядовитых соединений позволяет думать, что ромашка, как и никотин, действует через воздух, но мы имеем слишком мало опытных данных, чтобы вывести определенное заключение. Некоторые насекомые весьма мало страдают от пиретрума, хотя свеже приготовленный продукт весьма ядовит для большинства мягкотелых насекомых.

Летучесть ядовитых соединений пиретрума затрудняет хранение его. Abbott (7) показал, что в запаянных сосудах цветочные головки сохраняются без ущерба больше пяти лет. Молотые цветочные головки на воздухе быстро теряют свою ядовитость.

Пиретрум применяется в пылевидном состоянии, но для опрыскивания удобнее употреблять его экстракт. Предлагали для получения экстрактов применять различные органические растворители (петролейный эфир, спирт, но самым удобным и наиболее употребительным все-таки остается мыльный раствор. Молодые цветочные головки извлекаются настаиванием с холодным мыльным раствором, так как горячий раствор, как показал Abbott, уменьшает ядовитость ромашки. Gattefossé R. M. и Gattefossé J. (8) обратили внимание на опасную возможность омыления эфиров ромашки мыльным раствором. Так как получающиеся при омылении кислоты и кетоноспирты менее ядовиты, чем их эфиры, то омыление должно понижать токсичность растворов.

[Пиретрум несомненно является инсектисидом будущего. Его применение в сельско-хозяйственной практике усиленно стало прорабатываться лишь в течение последних 10 лет. Росту значения препарата способствовало как улучшение его свойств (путем рационализации консервации цветков и перехода к использованию в экстрактах), так и дефицитность в военное время производных мышьяка. Пиретрум для ряда случаев является хорошей заменой соединений мышьяка, имея перед последними то преимущество, что он не только безвреден в отношении человека и домашних животных, но и не производит ожога у растений. Далее пиретруму свойственно интенсивное (до 95—100% гибели в условиях практического применения) и быстрое действие на вредителей. Положительный эффект обычно отмечается в солнечную погоду уже через 1—2 часа после опрыскивания (в облачную погоду нужны более длительные сроки). Действие других инсектисидов значительно более медленно, и для полного действия требуется иногда срок в 4—5 дней. Наконец, пиретрум

является также и инсектисидом значительной универсальности. В сельско-хозяйственной практике он с успехом может быть применен в борьбе с гусеницами — белянками, зимней пяденицей, листовертками,—а так же листоблошками, слониками, многими тлями, медведкой, саранчей и некоторыми другими вредителями.

Сколько-нибудь точных данных относительно продукции пиретрума нет: известны лишь некоторые цифры ввоза препарата. Так во Францию ежегодно ввозится до 1.000 тонн (8a), в Америку — через один только порт Нью-Иорк — 1.200 тонн (8b) и т. д. Вся эта масса обращающегося на мировом рынке товара представляет собою исключительно один вид — *P. cinerariaefolium*. Виды *P. roseum* и *P. carneum* вывозятся из СССР в ничтожном количестве — всего около 50 тонн в год, при чем на внутреннем рынке препарат совершенно не обращается. Ничтожные размеры нашего вывоза безусловно объясняются лишь отсутствием у нас плантаций ромашки. Весь наш сбор представляет собою дикорастущую ромашку, заготовляемую Закгосторгом в Грузии, Армении и Азербайджане. Сбор производится женщинами и детьми беднейших селений (зачастую за день сборщику удается собрать лишь 4 — 8 *кг* сырой ромашки), высушивание и хранение происходит, как правило, в ненадлежащих условиях.

Указанные обстоятельства несомненно и являются причиной широко распространенного мнения о преимуществе (в отношении токсичности) далматского вида над кавказскими. Между тем экспериментально прорабатывавший этот вопрос русский исследователь Семенов (8c), наоборот, утверждает, что кавказские виды более токсичны, нежели далматский. В 1913 — 1914 году семена *P. roseum*, собранные в Альпийском отделе Тифлисского ботанического сада (в Бакурьяни) по просьбе Американского Департамента Земледелия, были высажены на Нью-Иоркской опытной станции, при чем, по свидетельству McDonnell'я (8d), оказалось, что *P. roseum* не только не уступает в токсичности далматскому виду, но даже несколько превосходит последний.

Если, таким образом, существенной разницы в токсичности всех трех видов нет, то культура *P. roseum* и *P. carneum* представляет собой известные преимущества, и для нас, по крайней мере, более целесообразна. Эти виды менее требовательны в почвенном и климатическом отношениях и могли бы возделываться на более дешевых землях севера и в непосредственной близости к местам потребления препарата. Проведенный Петровым и Исаченко (8e) токсикологический анализ образцов *P. roseum* и *P. carneum*, выращенных в Могилеве и под Ленинградом, параллельно с образцами ромашки

с Кавказа, показал, что с изменением широты места произрастания токсичность ромашки не меняется. *А. П.*]

1. Lodeman, E.G., The Spraying of Plants, New York, 1903: 78.
2. Fryer, J. C. F. and Stenton, R., Journ. Min. Agric., 33, 1927: 916.
3. Fujitani, J., Arch. exp. Path. Pharm., **61**, 1909: 47.
4. Yamamoto, R., Journ. Chem. Soc. Japan., **44**, 1923: 311.
5. Staudinger, H. and Ruzicka, L., Helv. Chim. Acta, **7**, 1924: 177, 201, 212 236, 245, 377, 406, 442.
6. Chevalier, J. and Mercier, F., Compt. rend., **176**, 1923: 1847.
7. Abbott, W. S., U. S. Dept. Agric., Bull., 77, 1919.
8. Gattefossé. R. M. and J., Journ. d'Agric. prat., **37**, 1922: 349.
8a. Perrot, E., Revue hort., Algèrie 31 (12): 274—276.
8b. Chevalier, La Parfumerie Moderne, 22, 1929 (1).
8c. Семенов, Наблюдения над свойствами кавказской красной ромашки. Диссерт. 1—35, СПБ. 1877 г.
8d. McDonnell, Roark, Kennan, U. S. D. Agric. Bull. 824. 1920.
8e. Петров, А. Д. и Исаченко, В. Б., Известия Г.И.О.А. 1929 (5).

Квассия. Квассия получается из древесины двух деревьев семейства Simarubaceae: ямайская квассия из *Picrasma* (*Picraena*) *excelsis* (Swz). Planchon, суринамская—из *Quassia amara L.* Кроме этих деревьев известен еще целый ряд других, содержащих в древесине горькое вещество, сходное или идентичное с квассином (подробный перечень см. 1). Экстракт квассии был, повидимому, впервые применен в 1884 году (2) против хмелевой тли (*Phorodon humuli* Schrenk). Whitehead (3) отмечает, что этот вредитель сильно распространился в Англии в предыдущее десятилетие и что опрыскивание хмеля раствором квассии в зеленом мыле повсеместно вошло в практику около 1890 года.

В последнее время не было работ по исследованию химического строения ядовитых веществ квассии. Massute (4) исследовал горькие вещества *Q. amara* и *P. excelsis* и из первой выделил четыре соединения, названные им „квассинами". Один из них оказался „квассином", ранее изолированным Oliveri и Denaro (5). В согласии с ними Massute дал ему формулу диметилового эфира квассиновой кислоты $C_{28}H_{38}O_6(COOH)_2$. Из *P. excelsis* Massute изолировал два „пикразмина": один из них оказался диметиловым эфиром пикразминовой кислоты $C_{31}H_{40}O_6(COOH)_2 \cdot 5H_2O$.

Извлечение ядовитого начала квассии изучали McIndoo и Sievers (1), которые нашли, что лучшим средством для этого является холодный раствор мыла или щелочи. Нагревание щелочного раствора, повидимому, разрушает ядовитые вещества. Они же нашли, что квассины при действии на насекомых не являются ни газообраз-

ными, ни желудочно-кишечными ядами. Возможно, что и при употреблении водных растворов квассии без мыла частички раствора проникают в дыхальца, в случае же мыльного раствора проникновение идет с гораздо большей легкостью. Таким путем яд проникает до нервной ткани и убивает насекомое, медленно отравляя нервные клетки. В то время, как никотин действует быстро, паралитически, при квассии паралича не наблюдается и тля, теряя активность, умирает в состоянии, сходном с „комой“ высших животных. Эти же исследователи нашли, что квассин действует только на некоторые виды тлей и мало пригоден для борьбы с другими насекомыми.

Хотя Parker (6) и показал, что по действию на *Phorodon humuli* Schrenk квассин не уступает никотину, все-таки его предложение ввести в продажу стандартизованный экстракт не увенчалось успехом. Mc Indoo и Sievers доказали, что этот продукт слишком слаб, как инсектисид для широкого употребления.

1. Mc Indoo, N. E. and Sievers, A. F., Journ. Agric. Res., **10**, 1917: 497.
2. Ormerod, E. A., Rpt. Observ. Injur. Insects **8**, 1884: 43.
3. Whitehead, C., Journ. Roy. Agric. Soc., III, **1**, 1890: 321.
4. Massute, F., Journ. Chem. Soc., **58**, 1890: 791 (реф.).
5. Oliveri, V. and Denaro, A.; реф. Journ. Chem. Soc., 46, 1884: 1192.
6. Parker, W. B., U. S. Dept. Agric., Bull. 165, 1914.

Группа ядов, употребляемая для отравления рыб. В тропических странах существует целый ряд растений, употребляемых туземцами для отравления рыб. Хотя из этого и не следует, что эти яды окажутся токсичными по отношению к насекомым, все же опыты с некоторыми из этих ядов, употребленных в качестве инсектисидов, оказались успешными. Положительные результаты были получены, в особенности, в опытах с двумя группами этих растений, из которых одно получило даже коммерческое применение.

Деррис. Корни некоторых видов рода *Derris*, из подсемейства *Galegeae* семейства *Papilionaceae*, употребляемых на Малайском архипелаге для отравления рыб и наконечников стрел, применил Oxley (1) в 1848 году для борьбы с паразитами одного тропического дерева из семейства тиссовых. Hooker (2) сообщает, что корни *D. elliptica* Benth. употребляются сингапурскими китайцами для приготовления инсектисида. Из всех видов этого рода, которые исследовали Mc Indoo, Sievers и Abbott (3), только два, *D. elliptica* и *D. uliginosa*, оказались действительными, как инсектисиды.

Ядовитое начало корней *D. elliptica* исследовал Sillevoldt (4), выделивший из них смолу, названную им „верридом“, тогда как

Ishikawa (4) получил из них же „тубатоксин", белое кристаллическое вещество с температурой плавления 163,5°C. Tattersfield и Roach (6) подтвердили присутствие этих двух ядов. Согласно Kariyoni и Atsumi (7) тубатоксин, повидимому, идентичен с кристаллическим веществом, выделенным из *Milletia taiwaniana* Hayata, имеющим состав $C_{18}H_{18}O_5$, тогда как Takei (8), назвавший это вещество „ротеноном", приписывает ему состав $C_{19}H_{18}O_5$. Кристаллическое производное, идентичное с тубатоксином, Tattersfield, Gimingham и Morris (9) изолировали также из растений рода *Lonchocarpus*. Интересно отметить, что *Millettia* и *Lonchocarpus* принадлежат к родам, близким к семейству мотыльковых.

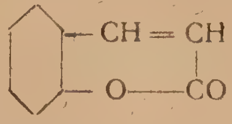
Mc Indoo с сотрудниками (3) исследовали извлечение этих токсинов и их действие на насекомых. Они нашли, что деррис действует, как контактный и желудочно-кишечный инсектисид, но не годится для окуривания. Он действует на нервную систему, обусловливая двигательный паралич. У высших животных он, согласно Campbell'ю (10), действует на продолговатый мозг. Fryer с сотрудниками (11) показали, что экстракт *D. elliptica* для некоторых гусениц столь же ядовит, как и никотин, для тлей же менее действителен.

Тефрозия. Род *Tephrosia (Cracca)* принадлежит к тому же подсемейству, как и *Derris*, и точно так же употребляется туземцами для отравления рыбы. Из различных тефрозий, которых исследовали Tattersfield с сотрудниками (9), наиболее многообещающими в качестве инсектисидов оказались *T. vogelli* Hook., *T. toxicaria* Pers. и *T. macropoda*. Ядовитые вещества первой исследовал Hanriot (13), который изолировал белое кристаллическое производное „тефрозин" состава $C_{31}H_{26}O_{10}$ (т. пл. 187° C), и летучее и душистое вещество „тефрозаль" состава $C_{1(}H_{16}O$. Tattersfield с сотрудниками изолировал те же продукты и, кроме того, смолу, оказавшуюся еще более ядовитой для *Aphis rumicis*. В виду грубых способов изолирования, они выразили сомнение, что названные вещества могут являться продуктами разложения и в растении не существуют.

До сих пор нет работ по установлению химического строения этих ядов. Tattersfield и Roach предложили для химической оценки определять количество эфирного экстракта из сухого вещества. Исследованные образцы корней *Derris* давали 7—22% эфирного экстракта. В экстракте содержание метоксильных групп (по Zeisel) колебалось от 13,5 до 14,7%. В виду родства всех этих растений, можно предположить, что все эти яды окажутся сходными по своему химическому строению. Неизвестно, как их инсектисидные свойства связаны с их химическим строением. Priess (14) связывает их

ядовитость для рыб с присутствием в их частицах лактонной группировки [1]).

Tattersfield (15) нашел, что кумарин, δ-лактон, ядовит для *Aphis rumicis*.



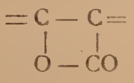
кумарин

1. Oxley, Journ. E. I. Archipelago, 1848: 646.
2. Hooker, J. D., Rept. on Progress and Condition of the Royal Gardens at Kew, 1887: 43.
3. Mc Indoo, N. E., Sievers, A. F. and Abbott, W. S., Journ. Agric. Res., **17**, 1919: 177.
4. Sillevoldt, H. E., Th. van., Chem. Centralb., II, 1899: 588.
5. Ishikawa, T., реф. Journ. Chem. Soc., **114**, 1918: 94.
6. Täffersfield, F. and Roach, W. A., Ann. Appl. Biol., **10**, 1923: 1.
7. Kariyoni, T., and Atsumi, K., Journ. Pharm. Soc. Japan, **491**, 1923: 10.
8. Takei, S., Biochem. Zeitschr., **157**, 1925: 1.
9. Tattersfield, F., Gimingham, C. T. and Morris, H. M., Ann. Appl., Biol., **13**, 1926: 422.
10. Campbell, J. A., Journ. Straits Branch. Roy. Asiatic Soc., 73, 1916: 129.
11. Fryer, J. C. F., Stenton R., Tattersfield, F., and Roach. W. A., Ann. Appl. Biol., **10**, 1923: 18.
12. Tattersfield, F., Gimingham, C. T., and Morris, H. M., ibid, **12**, 1925: 61.
13. Hanriot, M., Compt. rend., **144**, 1907: 150, 498, 651.
14. Priess, H., Ber. d. D. pharm. Ges., **21**, 1911: 267.
15. Tattersfield, F., Journ. Agric. Sci., **17**, 1927: 181.

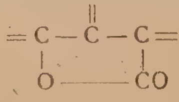
Минеральные масла. Нефть представляет собой смесь углеводородов различных типов. В общем ее свойства зависят от места добычи. Так как опрыскивание минеральными маслами развилось в Соединенных Штатах, то мы ограничимся разбором американских нефтей. Они состоят, главным образом, из насыщенных углеводородов с прямой цепью $C_n H_{2n+2}$ и циклических углеводородов $C_n H_{2n}$; различные примеси в зависимости от месторождения состоят из ненасыщенных углеводородов с прямой цепью этиленового ряда $C_n H_{2n}$ некоторых ароматических углеводородов, сернистых и, в некоторых случаях, азотистых соединений.

---

[1]) Лактонная группа получается выделением воды из карбоксила и гидроксила одной и той же молекулы. В зависимости от их взаимного положения мы имеем β-лактоны (четырехчленное кольцо), γ-лактоны (пятичленное кольцо) и т. д.



β-лактон



γ-лактон

Сырую нефть, для получения из нее ценных продуктов, перегоняют, получая различные фракции; для нашей цели наиболее ценными являются части, имеющие точку кипения между 150° — 300°C и выше 300°C. Первая фракция обычно называется керосином, из последующих готовятся смазочные масла. В зависимости от способа приготовления этих продуктов, нефтяные эмульсии называются иногда „дистиллатами“.

Мы не знаем, когда и как нефтяные масла были впервые применены в качестве инсектисидов, но керосин был рекомендован в 1865 году против червецов на апельсинных деревьях. Так как чистый керосин сильно повреждает листву и плоды, то необходимо было найти способ его применения в более разбавленном виде. Так как керосин нерастворим в воде, то это затруднение было частично обойдено применением его в виде эмульсий. По Lodeman (1) открытие эмульгирующего действия мыльных растворов на керосин должно было явиться естественным следствием давно известного факта повышения стабильности других эмульсий от прибавки мыла. Керосиновые эмульсии вошли в практику, повидимому, около 1870—75 года, хотя другие авторы (2) называют W. J. Barnard изобретателем этого способа.

Мы уже несколько раз упоминали о, так называемом „коллоидном“, тонко раздробленном состоянии вещества, отличающемся в некоторых отношениях от более грубых степеней измельчания. Смесь коллоидного твердого тела с жидкостью дает настоящую суспензию, но можно получить и смесь коллоидной жидкости с другой жидкостью, при чем получается эмульсия. Коллоидная жидкость явится дисперсной фазой, другая же жидкость, в которой распределены эти мельчайшие капельки, будет непрерывной фазой.

При взбалтывании минерального масла с водой оно разбивается на маленькие капли, но при стоянии они быстро собираются вместе и снова образуются два первоначальных слоя. Если же в воде или в масле растворить эмульгируюшие вещества, то эти капельки не будут собираться вместе и получится эмульсия. Применение эмульгирующих веществ для целей опрыскивания возможно не только при минеральных маслах, но и для образования суспензий из тонко раздробленных твердых веществ, как каолин и Бордосская жидкость.

Попытка объяснить действие эмульгирующих веществ завела бы нас слишком далеко, заметим только, что причина явления лежит в свойствах поверхности соприкосновения дисперсной и непрерывной фаз. Можно принять, что на поверхности раздела существует пленка, препятствующая соединению капелек. Griffin (3), исследуя роль мыла

в керосиновых эмульсиях, принимает, что часть его, как и всегда, гидролизована; получающаяся жирная кислота растворяется в керосине, а щелочь остается в водном растворе. Другая часть мыла образует пленку между маслом и водой, препятствуя соединению капелек, остальная—находится в водном растворе, улучшая прилипаемость эмульсии. При разборе факторов, определяющих прилипаемость (стр. 63), было показано, что это свойство зависит от способности стабилизатора понижать поверхностное натяжение, а также от поверхностной вязкости, которая, в свою очередь, связана с поверхностной адсорбцией стабилизатора. В случае масляных эмульсий эта адсорбция наблюдается на поверхности раздела масло — вода, эмульгирующее вещество концентрируется на поверхности капелек масла, поверхностная вязкость вследствие этого повышается и пленка препятствует соединению капелек. Интересно заметить, что Schlaepfer (4) приготовил эмульсию воды в керосине с сажей ввиде эмульгирующего средства. Он полагает, что частицы сажи образовывали пленку на поверхности водяных капель, препятствующую их соединению.

Выделение дисперсной фазы при опрыскивании называется „расслаиванием" эмульсии (по английски „breaking", или „cracking", буквально — разбивание или ломание).

Эмульсии, обычно употребляемые для опрыскивания, могут разделиться и иначе, при чем дисперсная фаза выделяется наподобие сливок. Pickering (5), исследуя такие „сливки", пришел к выводу, что разбавленные масляные эмульсии представляют собой смесь „сливок", являющихся настоящей эмульсией, и непрерывной фазы. Анализ „сливок" показал, что они содержат 65 — 82% масла по объему. Если тот же объем заполнить *недеформирующимися* сферическими частицами *той же величины*, то они займут 74,05% этого объема. Согласие этих цифр привело к мнению, которое сформулировал Woodman (6), что вообще может быть только одна настоящая эмульсия, могущая существовать неопределенное время, а именно содержащая 74,05% дисперсной фазы по объему.

Не следует думать, что нельзя приготовить эмульсию с большим содержанием дисперсной фазы. Pickering приготовил эмульсию, содержавшую до 99% парафинового масла. Повидимому, жидкие капельки могут деформироваться, умещаясь в меньшем объеме, хотя, впрочем, не доказано, что все капельки такой эмульсии одинакового размера.

Поэтому, если в эмульсии будет по объему меньше 74% масла, то такая эмульсия рано или поздно расслоится с образованием „сливок", что невыгодно при работе, в виду неравномерного распределения. Woodman (6) исследовал способы, которыми можно замедлить расслаивание масляных эмульсий с образованием „сливок". В конце кон-

цов, он пришел к прибавлению в маслянно-мыльную эмульсию третьего вещества, растворимого в масле и уменьшающего разницу в удельных весах капелек дисперсной фазы и мыльного раствора. В качестве такого вещества наиболее удобными оказались сырые крезолы (смесь высших фенолов из каменноугольной смолы), повидимому, даже переводящие в истинный раствор часть масла. Прибавление крезолов к керосиново-мыльным эмульсиям вошло в Америке в обиход, и такие продукты называются „растворимыми маслами". Повидимому, это название было впервые применено к некоторым продажным составам, введенным в 1904 году (8), в которых эмульгирующее вещество было заранее прибавлено к маслу. Поэтому после разбавления такие вещества немедленно годились к употреблению. В качестве эмульгирующих веществ употреблялись нефтяные сульфокислоты (отбросы очистки нефти), фенол или крезолы, облегчающие смешение мыльного раствора с нефтяными погонами. Согласно Griffin с сотрудниками (9), капельки масла в таких эмульсиях много меньше, чем в обычных, благодаря чему уменьшается наклонность эмульсии к расслаиванию. Возможно, что нафталин, который применил Cousins (10) в 1896 году для улучшения масляно-мыльных эмульсий („паранаф"), действует аналогично крезолам.

1. Lodeman, E. E., The Spraying of Plants, New York, 1903: 79.
2. Waite, M. B., Gilbert, W. W., и др., U. S. Dept. Agric. Year-Book 1925: 453.
3. Griffin, E. L., Journ. Econ. Entom., **16**, 1923: 583.
4. Schlaepfer, A. U. M., Journ. Chem. Soc., **113**, 1918: 522.
5. Pickering, S. U., ibid., **91**, 1907: 2001.
6. Woodman, R. M., Journ. Pom. Hort. Sci., **4**, 1925: 184.
7. Melander, A. L., Spuler, A. and Green, E. L., Washington Agric. Expt. Sta., Bull. 184, 1924.
8. Pratt, B. G., Better Fruit, **17**, 1927, No 5: 10.
9. Griffin, E. L., Richardson, C. H. and Burdette, R. C., Journ. Agric. Res., **34**, 1927: 727.
10. Cousins, H. H., The Chemistry of the Garden, Rev. Ed., London, 1916: 132.

Действие на насекомых. Сначала предполагали, что ядовитость нефтяных продуктов связана с их летучестью. Shafer (11), изучая действие некоторых контактных инсектисидов, придерживался взгляда, что наиболее активными агентами являются летучие части керосина и бензина, которые проникают в тело насекомых ввиде пара, и препятствуют усвоению кислорода тканями. Позже (12) он доказал влияние этих паров на работу ферментов. Moore (13) нашел прекрасную зависимость между летучестью нефтяных продуктов и их действием на обыкновенных мух (*Musca domestica* L.): более летучий бензин оказался гораздо более ядовитым, чем керосин. Впоследствии однако, Moore и Graham (14) нашли, что выше кипя-

щие нефтяные погоны при применении в виде контактных инсектисидов в эмульсиях действительнее низко кипящих. Эти результаты согласуются с данными опыта и других исследователей. Bedford и Pickering (15) нашли, что низко-кипящие фракции нефтяных погонов не действуют на яички червеца *Lepidosaphes ulmi* L., так как быстро улетучиваются. Поэтому они рекомендуют применение смеси нефтяных масел, по крайней мере 40% которой имеет точку кипения выше 250° С. Особенно пригодным оказалось соляровое масло, кипящее почти целиком между 240° и 350° С. Позднее Quaintance (16) применил против червеца *Aspidiotus perniciosus* еще более высококипящие смазочные масла. Такие эмульсии оказались весьма удобными и широко распространились для истребления червецов в апельсинных районах Соединенных Штатов.

Shafer отметил факт проникновения керосина в трахеи насекомых, что дает новое объяснение ядовитости тяжелых погонов нефти. Moore и Graham (17), изучая действие различных контактных инсектисидов, нашли, что масла и их эмульсии могут проникать в трахеи через дыхальца; скорость проникновения зависит от вязкости масел или эмульсий. Эти данные подтверждает и de Ong с сотрудниками (18) по отношению к проникновению масел в трахеи красного червеца *Amysomphalus aurantii* Maskell. Они показали, что и эмульсия и масло проникают в трахеи, но насекомое способно удалять из них более летучие продукты. Работая с нефтяными маслами высокой очистки, они доказали, что смерть насекомого в данном случае наступает только от удушения. Мы уже отметили, как долго не умирают насекомые, лишенные кислорода. Поэтому названные исследователи выставляют непременным условием действительности масла (после того, как вода испарится и эмульсия тем самым разрушится) образование стойкой, нелетучей пленки на поверхности тела насекомого.

Поэтому мы можем сказать, что, в случае отсутствия ядовитых примесей, инсектисидом, наиболее пригодным для червецов, будет такой нефтяной продукт, который, будучи не слишком летуч, не будет и слишком вязок, так что будет легко проникать в трахеи.

Рассматривая действие нефтяных эмульсий на червецов, мы должны принимать во внимание также и такие виды этих насекомых, которые защищены восковой чешуей. De Ong с сотрудниками доказал действительность стойких эмульсий растворимых масел против незащищенного червеца *Saissetia oleae* Bernard и малую пригодность против защищенного красного. Если же применять эмульсию, быстро расслаивающуюся после опрыскивания, то выделяющееся масло, как растворитель воска, проникает через чешую до дыхалец.

Свойства таких быстро расслаивающихся эмульсий и их токсическое действие будут рассмотрены ниже.

Механизм действия минеральных масел на яйца насекомых неизвестен. Bedford и Pickering (18 а) предлагают рассматривать следующие факторы при разборе этого явления.

1) Обволакивание яйца инсектисидом, влекущее за собой лишение кислорода и влажности, необходимых для развития.

2) Физическое действие, плазмолиз яйца, уничтожающее его жизнеспособность.

3) Химическое действие, связанное с проникновением инсектисида в яйцо.

11. Shafer, G. D., Mich. Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 11, 1911.
12. Он же, Mich. Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 21, 1915.
13. Moore, W., Journ. Agric. Res., 10, 1917: 365.
14. Moore, W. and Graham, S. A., Journ. Econ. Entom., 11, 1918: 70.
15. Bedford, D. and Pickering, S. U., 6 th Rept. Woburn Expt. Fruit Farm, 1906: 79.
16. Quaintance, A. L., U. S. Dept. Agric. Clip. Sheet 193; 1922.
17. Moore, W. and Graham, S. A., Journ. Agric. Res., 13, 1918: 523.
18. de Ong, E. R., Knight, H. and Chamberlin, J. C, Hilgardia, 2, 1927, № 9.
18a. Bedford, D. and Pickering, S. U., 6th Rept., Woburn Expt. Fruit Farm, 1906: 129.

Действие на растения. Первоначально повреждения листвы и плодов от опрыскивания нефтяными эмульсиями были настолько серьезны, что их применение допускалось только зимой. Такое опрыскивание перед раскрытием почек уничтожает червеца и его яйца и очищает ствол дерева. Иногда даже и зимнее опрыскивание настолько сильно повреждало деревья, что они засыхали. Повидимому, в зимних условиях пленка масла сохраняется слишком долго и нарушает дыхание растения, чего не бывает летом при более высокой температуре. К счастью, в настоящее время повреждения спящих деревьев от применения нефтяных эмульсий весьма редки и Burroughs (19) не мог отметить запоздания в распускании фруктовых почек, кроме одного случая с вишней „Монморанси“, когда, наоборот, наблюдалось раннее распускание.

Желательность летнего опрыскивания вызвала многочисленные исследования причин и природы повреждения листвы. Характер повреждений связан, повидимому, с сортом нефтепродукта. Bedford и Pickering (20) показали, что продукты с низкой температурой кипения (бензин, керосин и т. д.) действуют быстро, но не долговременно; высоко-кипящие (соляровое масло) более длительно; масла промежуточной летучести по их мнению не будут обладать достаточной подвижностью и проницаемостью и испарятся ранее, чем при-

чинят серьезные повреждения. Сходные результаты получили Grey и de Ong (21), которые различают три рода повреждений;

1) быстрое омертвение ткани листа (бензин, газолин);

2) опадение листьев (нежелтеющих) и задержка в росте,

3) пожелтение листьев и задержка в росте от действия менее летучих масел, оставляющих пленку масла на листве.

Имея в виду высокие инсектисидные свойства высоко-кипящих масел, приходится обращать большее внимание на повреждение ими листвы. Внешними признаками повреждения является замедление роста листьев и их пожелтение с последующим опадением плодов и листвы. Volck (22) доказал, что повреждения происходят от проникновения масла внутрь через устьица и ссадины. Пожелтение листьев указывает на изменение хлорофилла, а Burroughs (19) отметил уменьшение количества крахмала в листьях яблони, задержанных в росте повреждением от опрыскивания. Эти особенности указывают на некоторое сходство в действии сернистого кальция и высоко кипящих нефтяных погонов и, возможно, что несвоевременное опадение листьев и плодов в обоих случаях обусловлено сходными воздействиями.

Долгое время думали, что примеси в нефтепродуктах не влияют на их вредоносность. Volck полагал, что повреждения листвы неизбежны, тогда как Bedford и Pickering (23) определенно утверждают, что разрушительное действие нефтяных погонов не может быть приписано случайным примесям, например ненасыщенным углеводородам. Несмотря на это, Grey и de Ong показали, что наиболее вредные составные части высоко-кипящих масел могут быть удалены очисткой их серной кислотой, удаляющей непредельные и частично ароматические и сернистые соединения. Сравнительную безопасность высоко-кипящих хорошо очищенных нефтяных масел в настоящее время установили de Ong с сотрудниками (18), по крайней мере, для климата Калифорнии, хотя и эти продукты иногда причиняют некоторый физиологический вред. Повидимому, очень продолжительное задержание пленки масла все-таки вызывает ненормальное опадание листьев и плодов и задерживает созревание.

19. Burroughs, A. M., реф. Expt. Sta., Rec., 51, 1924: 442.
20. Bedford, D. and Pickering, S. U., 10 Rpt., Woburn Expt. Fruit Farm 1909: 13.
21. Gray, G. P. and de Ong, E. R., Ind. Eng. Chem., 18, 1926: 175.
22. Volck, W. H., California Agric. Expt. Sta., Bull. 153, 1903.
23. Bedford, D. and Pickering, S. U., Science and Fruit Growing, London, 1919: 163.

Применение эмульсий. Нефтяные жидкости для опрыскивания могут быть приготовлены на месте двумя способами. Во-первых, можно употреблять „растворимые“ масла, требующие только подходящего разведения, во-вторых, можно заранее приготовить „запасную“ эмульсию самому и на месте ее развести. При первом способе, как мы видели, применяются различные эмульгирующие вещества, — как смеси крезолов с мылом, сульфированные масла с примесью растительных; при втором — для этой цели обычно применяют мыльный раствор.

К сожалению, приготовление запасной эмульсии на мыльном растворе неудобно, в виду необходимости кипячения. Повидимому, эмульгирование протекает легко только при повышенной температуре и при постепенном прибавлении масла к кипящему мыльному раствору. Мыло дает, повидимому, наиболее прочные эмульсии, но оно неудобно при жесткой воде, поэтому предлагались и другие эмульгирующие агенты. В качестве таких веществ Bedford и Pickering (24) исследовали известь и Бордосскую жидкость. Они показали, что одна известь не дает настоящих эмульсий, но если к ней прибавить сернокислой меди или железа, то образующийся тонко раздробленный основной осадок легко эмульгирует масло. Позднее нашли, что в таких известковых псевдоэмульсиях поглощение масла известью мешает полному проявлению его инсектисидного действия (25). При употреблении в качестве эмульгирующих веществ смесей извести с сульфатами меди и железа избыток извести вреден.

„Холодные“ эмульсии, не требующие кипячения при приготовлении, недавно изучал Burroughs (26), который предложил в качестве эмульгирующих веществ при жесткой воде известковый раствор казеина и сапонин. Yothers и Winston (27) предложили различные „коллоидные“ эмульгирующие вещества (каолин, флоридин и т. д.), хотя в случае их применения возможно поглощение масла, как и при извести. Последние работы обнаружили важность способа приготовления эмульсии для проявления ее инсектисидного действия: как уже было указано, быстро расслаивающиеся эмульсии имеют ряд несомненных достоинств вследствие быстрого выделения масла после опрыскивания растений. В таком случае не только масло быстро приходит в соприкосновение с насекомым, но и исчезает проблема обеспечения хорошей кроющей способности, так как кроющая способность масла ограничена только его вязкостью.

Вследствие прекрасной кроющей способности масляных эмульсий на жидком мыле, Barker и Lees применили их с успехом против мучнистой росы крыжовника (см. стр. 123). С такой же проблемой (проникновение масла в почки для умерщвления насекомого) встре-

тился Lees (28), иследуя способы борьбы с черносмородинным клещиком (*Eriophyes ribis*). Он применял „нестойкие" эмульсии, употребляя столь слабый раствор мыла, что эмульсия расслаивалась сразу после опрыскивания; к сожалению, такая обработка не уничтожала вредителя. Это вопрос недавно иследовал de Ong с сотрудниками (18). Они показали, что эмульсия вполне стойкая при достаточном размешивании внутри опрыскивателя, но расслаивающаяся сразу после опрыскивания, может быть приготовлена только путем понижения концентрации эмульгирующего вещества в смеси. Они же доказали, что эмульсия расслаивается тем быстрее, чем больше диаметр частиц масла и чем меньше отношение между эмульгирующим веществом и маслом. Свойства эмульгирующего вещества также имеют значение: повидимому, пленка между дисперсной и непрерывной фазой в случае мыла довольно прочна и трудно разрушается. Поэтому упомянутые авторы рекомендуют известковый или содовый раствор казеина в качестве эмульгирующих веществ.

Griffin с сотрудниками (9) исследовали свойства нефтяных эмульсий с точки зрения размера капелек: в быстро разбивающихся эмульсиях капельки имеют наибольшие размеры и такие эмульсии гораздо ядовитее для *Aphis rumicis*, чем эмульсии с мелкими капельками.

Обе эти работы показали, что отношение между остающимся на растении маслом и стекающим значительно возрастает при применении быстро расслаивающихся эмульсий. De Ong с сотрудниками нашли, что при стойких эмульсиях содержание масла в стекающей с листьев жидкости больше, чем в первоначальной эмульсии. Для объяснения этого явления Griffin с сотрудниками применяют электрическую теорию Moore (см. стр. 65): капельки масла заряжены отрицательно и поэтому отталкиваются отрицательно заряженной поверхностью листа. Заряд капли, являясь поверхностным, пропорционален общей поверхности капелек. Относительная поверхность быстро растет с уменьшением диаметра частицы, поэтому чем меньше диаметр, тем сильнее отталкивание между ее электрическим зарядом и зарядом листа. Отсюда лучшая смачиваемость эмульсии с крупными каплями т. е. быстро расслаивающейся после опрыскивания.

Поэтому быстро расслаивающиеся эмульсии сильно действуют, лучше кроют и смачивают, что позволяет применять в них масло в меньшей концетрации. В таком случае применение более дорогих, хорошо очищенных нефтяных продуктов может стать выгодным.

24. Bedford, D. and Pickering, S. U., 8 Rpt., Woburn Expt. Fruit Farms. 1908: 18.

25. de Ong, E. R. and Knight, H., Journ. Econ. Entom., 18, 1923: 424.

26. Burroughs, A. M., Missouri Agric. Expt. Sta., Bull. 205, 1923.
27. Yothers, W. W. and Winston, J. R., Journ. Agric. Res., 31, 1926: 59.
28. Lees, A. H., Long Ashton, Ann. Rpt., 1914: 77.

Древесный и каменноугольный деготь. Деготь, важный побочный продукт сухой перегонки дерева и каменного угля, для выделения из него ценных продуктов подвергается вторичной перегонке. Таким образом, из древесного дегтя получается пек, остаток в перегонном кубе, и деготь, являющийся сложной смесью углеводородов и фенолов. Фенолы извлекаются из дегтя растворением в едком натре, осаждением из этого раствора кислотой и очищаются перегонкой (продажный креозот). Сходные углеводороды и фенолы получаются из каменноугольного и сланцевого дегтя. Углеводороды нефти принадлежат к насыщенному алифатическому и нафтеновому ряду (C_nH_{2n+2} и C_nH_{2n}), дегтя же — к ароматическому, т. е. являются производными бензола, C_6H_6, простейшего ароматического углеводорода. Фенолы получаются из ароматических углеводородов, путем замещения одного или нескольких атомов водорода группой гидроксила. Некоторые фракции дегтя содержат азотистые основания (пиридин и др.) Фенолы являются кислотной частью дегтя, так как обладают кислыми свойствами.

Деготь был давно оценен, как антисептическое и консервирующее дерево средство, но для защиты растений он был применен только около 1890 года. Sajó (1) нашел, что антраценовое масло (тяжелый погон каменноугольного дегтя) прекрасно истребляет червеца *(Lepidosaphes ulmi* L.). Он применял его для зимнего обмазывания стволов, летом же получалось сильное повреждение листвы. Он упоминает, что в 1889 году Robbes применял деготь и скипидар для истребления яичек моли. В 1892 году Del Guercio (2) употреблял эмульсию тяжелых каменноугольных масел для зимнего опрыскивания против кровяной тли *(Eriosoma lanigerum* Hausm.).

На рынке появились различные смеси погонов дегтя с эмульгирующими веществами (обычно мылом) под названием „водорастворимых“ карболинеумов. После этого название „карболинеум“ стали применять к различным каменноугольным маслам для консервирования дерева, смешанным часто с другими веществами (хлористый цинк, смола). Химический состав таких продуктов весьма разнообразен, поэтому для оценки годности их иногда применяют произвольные физические требования. Карболинеумы плодовода являются специальными продуктами и в английской литературе иногда называются „tar distillate washes“ — „погоны каменноугольной смолы для обмазки“ (3).

За последнее время эти каменноугольные погоны очень распространились в Англии для зимнего уничтожения яичек насекомых. Впервые Wiltshire (4) в 1921 году применил для этой цели голландский „карболинеум“, оказавшийся весьма действительным. В настоящее время на рынке имеется много подобных продуктов; их стандартизация, крайне нужная для потребителя, является весьма затруднительной. Химический состав этих каменноугольных погонов настолько сложен, что химическая стандартизация пока еще невозможна. До сих пор неизвестно, какие составные части обусловливают ядовитость карболинеума. Molz (5) исследовал действие легких, средних и тяжелых погонов каменноугольной смолы и тех же погонов после удаления из них оснований и кислот. Сравнивая инсектисидные, фунгисидные и бактерисидные свойства этих продуктов, он не мог прийти к общим выводам; лишь бактерисидные свойства, повидимому, зависели от содержания фенолов. Lees (4), на основании своих работ, пришел к заключению, что метод приготовления карболинеума может быть столь же важен, как и его состав. В виду этих затруднений, Goodwin с сотрудниками (6) предложили готовить карболинеум стандартным способом, с тем, чтобы с ним сравнивать продажные продукты.

Пригодность некоторых погонов каменноугольного дегтя для истребления тлей и яиц насекомых была установлена указанными исследователями (3, 4, 6). Причины этой смертельности для яиц не установлены; повидимому, действует пленка масла, остающаяся после расслаивания эмульсии. Возможно, что масло растворяет хитиновую оболочку яйца или прямо проникает внутрь. В обоих случаях масло может быть ядовито для зародыша, в первом же разрушение оболочки ведет к его высыханию и, кроме того, указанные на стр. 162 факторы усиливают ядовитость масла. Каменноугольные масла уничтожают не только яйца, но попутно мхи и лишаи и поэтому являются прекрасными очистителями коры. Но, надо отметить, что серьезные повреждения листвы могут быть избегнуты только опрыскиванием до набухания почек, и применение этих масел возможно только во время покоя деревьев. Исследования Molz показали, что повреждение листвы может быть приписано фенолам, так как масла, от них освобожденные, не повреждали виноградную лозу, тогда как сырое масло, масло освобожденное от оснований и сами фенолы сильно поражали почки.

Имеются указания, что применение каменноугольных масел до набухания почек благоприятно действует на последующее развитие деревьев. По данным Molz, такие деревья, если их кора не поражена, развивают роскошную листву, что подтверждают Petherbridge и Weston (3). По их данным опрысканные деревья слив дают пышную

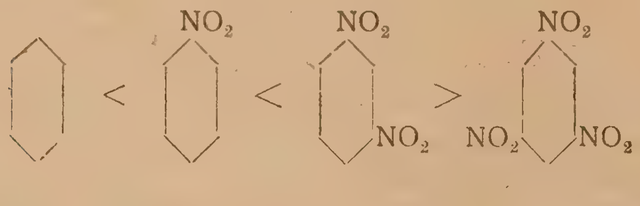
листву с увеличенными против нормального размера листьями. Jones (7) также отмечает, что обработанные деревья развивались гораздо энергичнее контрольных.

О способах опрыскивания деревьев этими каменноугольными маслами много говорить не приходится. В случае применения мыла, как эмульгирующего вещества, возможно расслоение эмульсии из-за жесткой воды; поэтому Petherbridge и Weston советуют прибавлять желатин.

Интересное обстоятельство выяснил Smith (8), исследовавший стойкость эмульсий каменноугольных масел. Он нашел, что фенолы распределены между дисперсной и непрерывной фазой эмульсии и увеличивают ее стойкость. Повидимому, действие фенолов в этом случае аналогично действию крезолов в „растворимых маслах“; было бы весьма желательно показать, что ядовитость каменноугольных масел, как это доказано уже по отношению к нефтяным, связана с разбиванием эмульсии. Выше отмеченное наблюдение Lees о важности способов изготовления карболинеума приобретает с этой точки зрения большое значение.

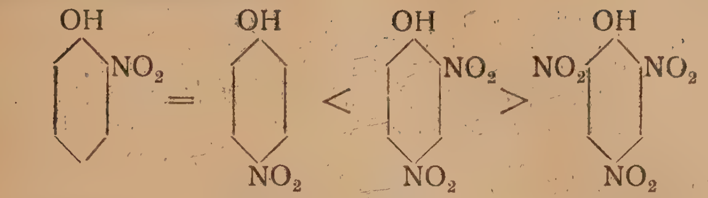
Инсектисидные свойства большого числа ароматических производных изучали Tattersfield с сотрудниками (9): особенно подробно — действие на яички насекомых индивидуальных ароматических производных. Для яичек пяденицы (*Selenia tetralunaria* Hufn.), они не нашли почти никакой разницы в ядовитости фенола и трех изомерных крезолов, но отметили сильное повышение ядовитости при введении в молекулу первой нитрогруппы и дальнейшее повышение при введении второй нитрогруппы (взаимное положение нитрогрупп имеет заметное влияние на ядовитость). Введение третьей нитрогруппы понижает ядовитость. Обозначая „более ядовит, чем...“ знаком $>$, „менее ядовит, чем...“ знаком $<$, они дают следующую схему.

Для яичек огородной совки (*Polia oleracea L.*):

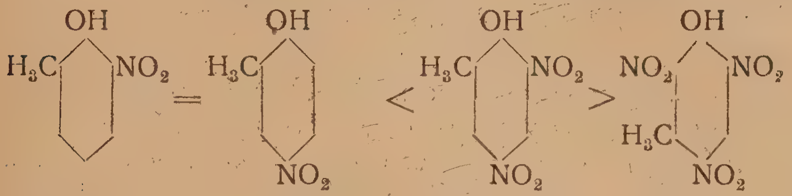


Бензол. Нитробензол. *m*-Динитробензол. 1-3-5-Тринитробензол.

Для яичек *S. tetralunaria*:



o-Нитрофенол. *p*-Нитрофенол. 1-2-4-Динитрофенол. 1-2-4-6-Тринитрофенол.



2-Нитро-*o*-крезол. 5-Нитро-*o*-крезол. 3-5-Динитро-*o*-крезол. Тринитро-*m*-крезол.

3-5-Динитро-*o*-крезол оказался настолько ядовитым для яичек, что с ним были произведены опыты в поле. Результаты показали, что можно употреблять как сам фенол, так и его натриевую соль для зимнего опрыскивания. Динитрокрезилат калия в смеси с эмульгирующим агентом был выпущен на рынок в 1892 году в Германии под названием „антиноннин" против гусениц монашенки (по немецки — „Nonne" — *Porthetria monacha* L.)

[Одно время, лет двадцать тому назад, карболинеум стал усиленно рекламироваться, в особенности в Германии, как панацея против всех болезней растений. Его рекомендовали против гниения древесины от домового гриба (*Merulius lacrymans* Fr.) и против различных грибных паразитов, преимущественно плодовых деревьев и ягодных кустарников. По этому поводу появилась обширная литература и стали заготовлять многочисленные марки карболинеума, среди которых особенно славилась марка „Авенариус". Опыты, поставленные у нас (11a, 11b), показали, что карболинеум может оказать полезное действие для заживания ран на стволах и ветвях плодовых деревьев, при весенней замазке до раскрытия почек. Но опрыскивание листвы не только не приносит пользы против различных грибных паразитов, но является опасным вследствие ожогов. *А. Я.*]

1. Sajó, K., Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 4, 1894: 4.
2. Del Guercio, G., ibid., 4, 1894: 160.
3. Petherbridge, F. R. and Dillon Weston, W. A. R., Journ. Min. Agric. 33, 1926: 332.
4. Lees, A. H., Long Ashton, Ann. Rept. 1924: 51.
5. Molz, E., Centralb. f. Bakt. (II) 30, 1911: 181.

6. Goodwin, W., Massee, A. M. and Le Pelley, R. H., Journ. Pom. Hort. Sci., 5, 1926: 275.

7. Jones, H. L., Welsh Journ. Agric., 3, 1927: 293.

8. Smith L. E., Long Ashton, Ann. Rpt., 1926: 78.

9. Tattersfield, F., Gimingham, C. T. and Morris, H. M., Ann. Appl. Biol., 12, 1925: 218; Tattersfield, F., Journ. Agric. Sci., 17, 1927: 181.

10. Gimingham, C. T. and Tattersfield, F., Journ. Agric. Sci., 17, 1927: 162.

11. Cooper, W. F. and Nuttall, W. N., Ann. Appl. Biol., 1, 1915: 273.

11a. Мокржецкий, С. А., Записки Симферопольского Отд. Рос. Общ. Садоводства, 1907. (1).

11b. Ячевский, А. А., Труды Бюро по Мик. и Фит. 3, 1908.

Растительные и животные жиры. Мы видели, что жиры являются сложными эфирами глицерина и высших жирных кислот, а мыла их щелочными солями. Хотя мыла обычно прибавляют в инсектисиды для улучшения их физических свойств, но уже давно о них самих было известно, что они в некоторой степени ядовиты для насекомых. Lodeman (1) отмечает, что еще в 1824 году D. Haggerston употреблял мыло из ворвани для уничтожения тли, красного клещика и трипса.

Сначала ядовитость мыла приписывали его щелочным свойствам, но Siegler и Popenoe (2) доказали, что и жирные кислоты являются определенными инсектисидами. Изучая ядовитость для тлей ряда предельных одноосновных кислот нормального строения, обычно присутствующих в мыле, они отметили резкий рост ядовитости с увеличением молекулярного веса; максимум достигается при каприновой кислоте $C_9H_{19}COOH$. Их данные подтвердили Tattersfield и Gimingham (3) в опытах с тлей *Aphis rumicis* L. для нее ядовитость растет до ундециловой кислоты $C_{10}H_{21}COOH$, затем падает и кислоты с бо̀льшим молекулярным весом, чем тридециловая $C_{12}H_{25}COOH$ уже мало ядовиты. Натриевые соли всех этих кислот оказались гораздо менее ядовитыми, чем сами кислоты; разница не была столь заметна с аммонийными солями, благодаря тому, что они быстро гидролизуются, давая свободную кислоту.

Характер инсектисидного действия жирных кислот не исследован. Siegler и Popenoe отмечали быстрый и полный паралич при опрыскивании тлей раствором достаточной крепости. Несомненно, прекрасная кроющая способность жирных кислот играет при этом важную роль. Они рекомендовали вместо никотина продажный продукт—„жирные кислоты кокосового масла, дважды перегнанные“,— содержащий значительные количества более ядовитых лавриновой и каприновой кислот. Этот продукт плавится при 27° С, прочен в эмульсиях со смазочными маслами, может быть получен в любом количестве и вчетверо дешевле никотина на одинаковое количество

смеси. Для приготовления запасного раствора эти авторы рекомендуют прибавлять равный объем легкого бензола и порошок столярного клея в качестве эмульгирующего вещества.

Время от времени предлагались эмульсии, приготовленные из съедобных масел. Иногда, особенно при изготовлении „растворимых масел", растительные масла прибавляют к минеральным для улучшения физических свойств эмульсий. Например Leak (4) советует прибавлять к минеральным маслам касторовое для повышения кроющей способности и прочности пленки. Повидимому, по тем же причинам растительные масла прибавляют к минеральным для улучшения их смазочных свойств, хотя в последнее время доказано, что этому, повидимому, способствуют свободные жирные кислоты (5).

Растительные масла употребляются, как инсектисиды, и сами по себе, ввиде эмульсий. В качестве примера мы можем указать, что Staniland (6) применял различные растительные масла вместо дорогого никотина для весеннего и летнего опрыскивания. Он работал с рапсовым и льняным маслом, так как они легко эмульгируются раствором зеленого мыла. Льняное масло оказалось непригодным, вследствие быстрого высыхания. Эмульсия рапсового масла (невысыхающая) оказалась не только весьма удовлетворительной по ядовитости, но и менее вредной для растений, чем контрольная эмульсия минеральных масел. Рапсовая эмульсия и эмульсия из смазочного минерального масла испытывались для зимнего и весеннего опрыскивания.

Смоляные „мыла" (см. стр. 59) предложил Koebele (7) в качестве инсектисидов против червецов в Калифорнии. Для этой цели они широко применялись в Соединенных Штатах. Предполагают, что кроме проникновения в трахеи, они могут закупоривать дыхальца осадком смолы. Falck (8) с успехом применял щелочные соли фенол-альдегидных смол, продуктов конденсации фенолов с альдегидами, под названием „резинол". Он сообщает, что такие соединения так же хорошо смачивают, как и раствор мыла, и что в присутствии углекислоты из них осаждается „смола". Их ядовитое действие на гусениц *(Pieris brassicae* L.) он приписывает не только упомянутому явлению, но и возможному повреждению тканей насекомого.

1. Lodeman, E. G., The Spraying of Plants, New York, 1903: 14.
2. Siegler, E. H. and Popenoe, C. H., Journ. Agric. Res., 29, 1924: 259.
3. Tattersfield, F. and Gimingham, C. T., Ann. Appl. Biol., 14, 1927: 331.
4. Leak, W. N., Journ. Trop. Med. and Hyg., 24, 1921: 37.
5. Nuttall, W. N., 5 Rpt. on Colloid Chemistry, Brit. Ass. Adv. Sci., London, 1923: 38.
6. Staniland, L. N., Long Ashton, Ann. Rpt., 1926: 78.
7. Koebele, A., U. S. Com. Agric., Ann. Rpt., 1886: 553.
8. Falck, R., Zeitschr. f. angew. Entom., 7, 1920: 37.

Сернистые соединения. Сера. Возможно, что первым применением серы в качестве „инсектисида“ было лечение ею от чесотки, накожной болезни людей, вызываемой клещем *Sarcoptes scabiei*. При аналогичных болезнях животных, например, овечьей чесотке, вызываемой родственным видом *Psoroptes communis*, их издавна лечат серой в различных видах. Так как, по всей видимости, эти вредители были изучены много раньше, чем их родственники, поражающие растения, то можно предположить, что применение серы к защите растений имело место значительно позднее.

Эти животные принадлежат к классу паукообразных и отличаются от настоящих насекомых. Вредители растений в этом классе сравнительно немногочисленны и принадлежат к отряду клещей (Acarina). Так, мы имеем семейство микроскопических клещей *Eriophyidae* (*Phytopidae*), вызывающих галлы на листьях и почках, а также семейство „красных клещиков“, *Trombiididae* которые с нашей точки зрения представляют интерес. Некоторые виды рода *Tetranychus* и соседних родов иногда серьезно вредят хмелю, хлопчатнику, а также тепличным и парниковым культурам; роды *Bryobia* и *Tenuipalpus* иногда поражают фруктовые деревья и ягодные кустарники. Для всех их сера является ценным и действительным инсектисидом.

К сожалению, в некоторых случаях ее применение довольно затруднительно. Красные клещики из *Tetranychus* и соседних родов ткут тонкую паутинку (почему в иностранной литературе их иногда называют „паучками“), прекрасно их защищающую, и истребление их тем самым сильно затрудняется. Опрыскивание и опыливание оказываются мало действительными, и наиболее годным средством является окуривание. Оно осуществляется или обмазыванием серой горячих трубопроводов теплиц или при помощи специальных испарителей, описанных выше (стр. 74). Черносмородинный клещик в пораженной почке защищен тканью растения, но может быть поражен при выходе из нее для переселения. Кроме окуривания иногда возможно применять серу в виде пыли, опрыскиванием растворами смачивающей „коллоидной“ серы или растворами полисульфидов, оставляющих после разложения тонкую пленку серы. Серный цвет оказался наиболее употребительным средством против красного клещика. [Сера широко применяется у нас в Туркестане и в Закавказьи для борьбы с красным клещиком на хлопке. *И. Ф.*]

По вопросу о действии серы на клещей почти вовсе нет опытных исследований. Практика обмазывания трубопроводов серой позволяет сравнить разбираемое явление с фунгисидным действием серы

и возможно, что оба они сходны между собой. Lees (1) проделал довольно интересные опыты, могущие в значительной степени осветить этот вопрос. Он помещал пораженные клещем ветки черной смородины под стеклянный колпак, покрытый изнутри тонким осадком серы, нанесенным при помощи аппарата Barker и Wallace (см. стр. 74) или опрыскиванием полисульфидом извести и тщательно промытым после ее разложения. Клещи быстро убивались при выходе из почек каким-то веществом, несомненно летучим, но каким — он не исследовал. При обсуждении действия серы как фунгисида „на расстоянии“, мы упоминали о различных летучих сернистых соединениях, которые, согласно различным теориям, могут явиться действующим началом, а именно о сернистом газе, сероводороде, тонко раздробленной сере и парах серы. Для образования первых двух соединений первоначально предполагали необходимым воздействие растительной ткани, но в упомянутом опыте сера была нанесена на стекло, и эта реакция тем самым исключается. Тонко раздробленная сера наблюдалась при намазывании серы на горячие трубопроводы, чего, опять-таки, не было в этих опытах. Повидимому, как и при применении серы в качестве фунгисида, действие серы на расстоянии обусловлено испарившейся серой, хотя мы не имеем сведений, каким образом пары разрушают организм.

Полисульфиды кальция. Некоторые из полисульфидов были упомянуты выше, потому что они, повидимому, убивают клещей только образующейся при их окислении серой. В то же время серная известь является важнейшим средством для истребления червецов. Тем самым мы сталкиваемся с употреблением серной извести в качестве настоящего инсектисида, когда ее действие, вероятно обусловливается содержанием полисульфидов в растворе для опрыскивания.

Первое применение серы для истребления клещей на растениях было, вероятно, подсказано ее успешным действием при чесотке. Действие серной извести, как инсектисида, открыл случайно в 1886 году F. Dusey (2), который нашел, что ванна против овечьей чесотки (раствор серной извести с солью), весьма действительна против червеца (*Aspidiotus perniciosus*). Эта смесь быстро завоевала признание и стала важнейшим средством борьбы с названным вредителем. Прибавление поваренной соли было постепенно оставлено (повидимому, раньше прибавлением соли расчитывали повысить температуру кипения раствора и тем самым ускорить взаимодействие извести с серой). Pierce (3) и Henderson (4) находят это ненужным. Старый сложный процесс приготовления на дому был вытеснен применением готового продажного продукта.

Химический состав и действие на растения таких препаратов серной извести уже были разобраны выше. Действие серной извести на червецов изучал Shafer (5). Он нашел, что, во-первых, раствор размягчает, так называемый воск вокруг насекомого и при высыхании приклеивает его к растению. Это приклеивание защитного покрова матери убивает молодое насекомое. Во-вторых, он нашел, что еще более важным фактором является поглощение кислорода полисульфидами кальция. Как мы видели, окисление этих соединений требует большого количества кислорода и происходит очень быстро после опрыскивания. Tartar (6) предложил выражать эту способность поглощения кислорода „кислородным числом“ — количеством кислорода, потребным для окисления полисульфидов и выраженным в процентах от веса серы:

$$CaSS_x + 3O = CaS_2O_3 + S_{x-1}.$$

Отсюда следует, что это число приблизительно равняется 3/2 от веса „моносульфидной“ серы. Наконец, Shafer (7) нашел, что восковой защитный покров, смоченный раствором полисульфида, менее проницаем для кислорода, чем несмоченный. Поэтому он предположил, что такое понижение проницаемости для кислорода повышает токсичность серной извести. Так как серноватистокислый кальций весьма мало ядовит (5,6), то ядовитость серной извести для клещей и насекомых определяется содержанием полисульфидов.

Указывали, что серная известь уничтожает яйца насекомых, но Theobald (8) рядом опытов доказал ошибочность такого утверждения. При зимнем опрыскивании она может служить для очистки стволов, хотя действует слабее щелочных растворов, речь о которых будет ниже.

Полисульфид бария. Обширное применение в Соединенных Штатах растворов серной извести повело к попыткам найти равноценный сухой продукт, в виду неудобств хранения и перевозки серной извести. Сухая смесь извести и серы, хороший фунгисид, но не годится в качестве инсектисида. Серный цвет слишком гигроскопичен. Поэтому Scott (9) предложил полисульфид бария. Он может быть получен ввиде красновато-желтых кристаллов, $BaS_4 . H_2O$, достаточно устойчивых и легко растворимых в холодной воде. Продажный продукт (марка B. T. S.) содержит примесь тиосульфата бария и некоторое количество серы, растворимой, повидимому, в растворах тетрасульфида бария с образованием высших полисульфидов. Scott нашел, что этот продукт хорошо сохраняется, хотя немного окисляется при долгом лежании на воздухе. Он не только доказал полевыми опытами, что полисульфид бария так же действителен, как и

серная известь, но и нашел, что он меньше повреждает растительность. Полисульфид бария не нашел широкого применения, хотя германское продажное средство „Сольбар“ против грибков и щитовидной тли, повидимому, является родственным продуктом.

[Бариевые полисульфиды в 1% растворе, согласно данным Pantanelli (10), могут быть применены успешно против некоторых грибковых паразитов, например, курчавости персиков (*Exoascus deformans* Fcki.), мучнистой росы различных растений (дуба, розы, персиков), не причиняя ожогов даже столь чувствительным растениям, как персики. Предварительные опыты, проведенные у нас (10а), подтвердили возможность использования этих составов. *А. Я.*]

1. Lees, A. H., Journ. Pom. Hort. Sci., 3, 1923: 103.
2. Quayle, H. J., Calif. Agric. Expt. Sta., Bull. 166, 1905.
3. Pierce, N. B., U. S. Dept. Agric., Div. Veg. Phys. and Path., Bull. 20, 1900.
4. Henderson, L. F., Idaho Agric. Expt. Sta., Bull. 31, 1902.
5. Shafer, G. D., Mich. Agric. Expt. Sta., Tech. Bull., 11, 1911.
6. Tartar, H. V., Oregon Agric. Expt. Sta., Res. Bull. 3, 1914.
7. Shafer, G. D., Mich. Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 21, 1915.
8. Theobald, F. V., Journ. S. E. Agric. Coll, 22, 1913: 249.
9. Scott, W. M., Journ. Econ. Entom., 8 1915: 206.
10. Pantanelli, Le Stazioni sperimentali agrarie italianae 45, 1912: 172.
10а. Ячевский, А. А., Практические данные о составах, употребляемых против грибных болезней. Изд. Бюро Микол. 1909.

Защитные смазки. Так называются некоторые растворы для зимнего опрыскивания, имеющего целью покрыть ствол плотным покровом, мешающим развитию яичек (cover wâshes). Позднее нашли, что щелочи при некоторых условиях приклеивают яйца и защитный покров к дереву и мешают вылуплению молодых насекомых. (Мы уже видели, что это явление принимается во внимание при действии серной извести и полисульфида бария на червецов). К последней группе щелочных растворов также применяют название защитных смазок.

Известковые смазки. Первая группа смазок должна удовлетворять следующим требованиям: 1) должна давать плотный покров, 2) покров не должен легко смываться, или 3) осыпаться после высыхания, 4) смазка должна быть дешевой. Первому и четвертому требованиям лучше всего удовлетворяют свеже погашенная известь или осажденный мел. Часто они употребляются без других примесей (1), хотя многие авторитеты советуют прибавлять второй компонент для усиления приставания и действительности смазки.

Из клеющих веществ расмотрим прежде всего упоминавшиеся. Мыло несовместимо с известью. Lees (2) нашел, что и столярный

клей, в виду действия на него горячего раствора извести, не может быть применен. Даже и при холодном известковом молоке получающаяся смазка недостаточно прочна. Поэтому он советует прибавлять двухромовокислый калий, действующий на свету на желатин и делающий его нерастворимым. Рекомендуется в этом случае и прибавление жидкого стекла (силикат натрия). С известью он дает нерастворимый силикат кальция, скрепляющий частицы мела или извести со стволом дерева.

Эти добавки предотвращают и осыпание смазки. Bedford и Pickering советуют прибавлять к смазке соляровое масло для усиления уничтожения мхов. При этом мхи уничтожаются на 90—100%, что, по мнению авторов, зависит от замедленного превращения извести в мел, благодаря защищающему действию масла.

[В практике русского плодоводства применение известкового молока для смазки или опрыскивания стволов и ветвей практикуется издавна и вполне оправдывается не только против насекомых, мхов и лишайников, но также против трутовиков и других полупаразитов коры и древесины. Очень часто известковое молоко употребляется в смеси с глиной или навозом, якобы для лучшего прикрепления. Такие прибавления совершенно нецелесообразны и можно только рекомендовать добавление к известковому раствору 3% раствор железного купороса. *А. Я*].

Щелочные смазки. Сода в Англии давно употребляется для очистки деревьев. Вследствие путаницы в названиях: каустическая сода (едкий натр) и сода для стирки (углекислый натрий) оба продукта применяются в различных составах. В некоторых случаях в этот же раствор прибавляют едкое кали или поташ (углекислый калий), но для чего — Bedford и Pickering (5) не могли установить. Название „щелочные смазки“ охватывает поэтому целый ряд растворов, приготовленных из этих четырех веществ или их смесей. Следует упомянуть, что при употреблении едкой щелочи она на воздухе быстро превращается в углекислую. Смазки из гашеной извести, конечно, также могут быть названы щелочными.

Упомянутые авторы (5, стр. 142) нашли, что действие этих растворов на мхи пропорционально их щелочности и что нет никакой выгоды заменять натр калием. Для истребления яичек, кроме их склеивания, щелочные смазки оказались мало пригодными (6). Эти же исследователи показали, что прибавление нефтяных масел усиливает действие смазок на яйца: эмульсия нефтяного масла в растворе зеленого мыла и щелочи одно время широко применялись в Англии для зимнего опрыскивания. Однако, щелочь осаждает часть мыла в виде творожистого осадка и эмульсия быстрее расслаивается

Хотя за последнее время защитные смазки были в значительной степени вытеснены эмульсиями каменноугольных и нефтяных масел, было бы все-таки неблагоразумно считать их устаревшими и окончательно неприменимыми.

1. Min. Agric. and Fish., Leaflet 352, revised 1919.

2. Lees, A. H., Long Ashton, Ann. Rpt., 1914: 81.

3. Bedford, D. and Pickering, S. U. Science and Fruit growing, London, 1919: 168.

4. Theobald, F. V., Journ. S. E. Agric. Coll., **17**, 1908: 130.

5. Bedford, D. and Pickering S. U., 6 th Rpt., Woburn Expt. Fruit Farm, 1906: 11.

6. Theobald, F. V., Joun. S. E. Agric. Coll., **15**, 1906: 60.

[**Едкая щелочь** — раствор каустической соды — употреблялась, как контактный инсектисид против саранчевых в 1926 г. на Кавказе. Действие чрезвычайно эффектно, опрысканная кулига гибнет в течение немногих минут. Конечно, при этом сжигается также и растительность. Едкая щелочь портит аппараты и кроме того способ слишком дорог, чтобы войти в обиход.

Сулема рекомендуется, как средство против личинок капустной мухи. Ею смачивается почва около корней капусты. Не вполне ясно — контактное или кишечное действие яда. Средство не получило применения вследствие дороговизны и малой действительности. *И. Ф.*]

Различные контактные инсектисиды. Кроме упомянутых имеется ряд мало использованных или возможных источников инсектисидов среди различных высших растений и грибов; по данным Roarth таковых не менее 180 видов. Многие из упоминаемых им материалов уже употребляются для защиты от насекомых, например, розмарин от платяной моли и эвкалипт от комаров. Mc Indoo и Sievers (2) исследовали действие на различных насекомых препаратов из 54 видов растений, обладающих инсектисидными свойствами. О некоторых из них уже говорилось выше (табак, пиретрум, деррис, зимовник), некоторые из других оказались заслуживающими упоминания.

Отвар листьев и ветвей помидоров (*Lycopersicum esculentum* L.) был предложен у нас (3) против гусениц капустницы (*Pieris brassicae* L.). Blin (4) нашел, что отвар веток помидоров в поташе заменяет никотин; табак и томаты оба принадлежат к семейству пасленовых. Mc Indoo и Sievers нашли, что спиртовый настой веток томатов весьма ядовит для мух и пчел.

Mc Indoo и Sievers получили благоприятные результаты, применяя „кубе“ или „барбаско“, вещества из различных южноамериканских растений, корни которых дают яд, употребляемый для отравления рыбы в реках. „Кубе“ очень сходен по действию на насекомых с веществами группы *Derris*, но мы не включили его в эту группу потому, что растения, так называемые „кубе“, принадлежат к другим родам, отличным от *Derris* и *Tephrosia*. Safford (2, стр. 34) сообщает, что некоторые виды „кубе“ принадлежат к роду *Jacquinia*, другие к семейству *Sapindaceae*.

Плиний (книга 23, гл. 13) упоминает, что толченые семена шпорника при местном употреблении уничтожают паразитов на голове и других частях тела. Он, повидимому, подразумевает *Delphinium staphysagria* L. Roarth отмечает, что спиртовой настой *D. consolida* L. употребляется против вшей. Его семена содержат алкалоид дельфинин, в молекуле которого Keller (5) открыл лактонную группу. Из других растительных продуктов, которые исследовали Mc Indoo и Sievers, заслуживает внимания настой *Chrosperma muscaetoxicum* (Walt.) Kuntze.

1. Roarth, R. C., Amer. Journ. Pharm., **91**, 1919: 25, 91.
2. Mc Indoo, N. E. and Sievers, A. F., U. S. Dept. Agric., Bull. 1201, 1924.
3. Шрейнер, А. Ф., Тр. Бюро Энт. **4** (7), 1904.
4. Blin, H., Journ. d'Agric. prat., **36**, 1920: 17.
5. Keller, O., Arch. Pharm., **263**, 1925: 274.

ГЛАВА VIII

Разные сведения об инсектисидах.

Отпугивающее действие. Разбирая фунгисиды, употребляющиеся против эндофитных грибков, вроде Бордосской жидкости, мы особенно отмечали их защитное действие. При инсектисидах мы больше интересовались их ядовитостью, надеясь их применением убить вредное насекомое. При кишечных инсектисидах нашей целью было поедание достаточного для смерти насекомого количества отравленной листвы. Однако, в некоторых случаях (см. стр. 135) насекомое тем или иным образом отпугивается от поедания такой листвы: инсектисид, таким образом, защищает растение, делая его невкусным для насекомого.

Во многих случаях инсектисид действует только шероховатостью своего осадка, так как даже грязь или пыль на растении дает те же результаты. Против блошек *(Halticinae)* Petherbridge (1) рекомендует прикатывание мокрых от росы растений или прогон овец через зараженный участок. Повидимому, осаждающаяся при этом на молодых растениях пыль отпугивает вредителей. Вероятно и Бордосская жидкость действует точно так же в качестве отпугивающего „инсектисида“. Hawley (2) нашел, что по отношению к красноголовой блошке (*Systena frontalis* F.) отпугивают не только смешанный раствор Бордосской жидкости и мышьяковокислого свинца и сам мышьяковокислый свинец, но и просто сера и удобрители, распыленные по листве.

[Присыпание растений дорожной пылью или другими мелко распыленными веществами, например, золой, известью, томасшлаком, давно уже рекомендовалось против блошек. Однако, действительность этих средств не вполне ясна; в американской практике они считаются устаревшими и более не рекомендуются. *И. Ф.*].

Отпугивающим действием Бордосской жидкости широко пользуются для борьбы с „ожогом“ картофеля. По исследованиям Ball (3)

по внешним проявлениям с ним сходна физиологическая болезнь— „ожог верхушек“ (Tip burn), но происхождение ее, конечно, совсем другое. Болезнь обусловливается картофельной листоблошкой (*Empoasca mali* le Baron). Поэтому борьба с ожогом сводится к предупреждению нападения листоблошки. Таким образом, для картофеля Бордосская жидкость является наиболее подходящей опрыскивательной смесью, так как она не только уничтожает картофельный грибок, но и отгоняет насекомых (Martin 4). По счастливому стечению обстоятельств Бордосская жидкость, как мы видели, предохраняет и от верхушечного ожога, тем самым помогая бороться одновременно с тремя болезнями, происходящими от трех разных причин.

Для предотвращения поедания семян с посевов зерноядными птицами предлагали обработку семян отпугивающими средствами. Научных исследований по этому поводу не производилось, имеются лишь более или менее эмпирические средства. Они обычно содержат какое-нибудь горькое вещество, вроде квассии, алоэ, или смолу, в которых намачивают семена перед посевом.

Употребление отпугивающих средств не имеет широкого применения и каждому понятно, что при равных расходах выгоднее убить насекомое. Поэтому часто прибавляют к Бордосской жидкости, употребляемой для отпугивания, никотин или мышьяк с целью убить хотя бы часть насекомых.

Далее во многих случаях, например, для сеянцев, такие инсектисиды мало применимы, отпугивающее вещество легко может повредить молодому растению. Newton (5) встретился с большими затруднениями при применении таких веществ в борьбе с блошками; один только укус насекомого, необходимый для проявления отпугивающего действия, губил сеянец. В таких случаях прибегают к веществам, действующим на расстоянии. Мы знаем некоторые вещества, привлекающие насекомых, и другие, их отпугивающие на расстоянии. Последние рассмотрены ниже. Они отличаются тем, что вполне защищают растения, тогда как при выше описанном способе повреждение, хотя бы небольшое, неизбежно.

1. Petherbridge, F. R. Fungoid and Insect Pests of the Farm, Cambridge 1916: 112.
2. Hawley, I. M., Cornell Univ. Agric. Expt. Sta., Mem. 55, 1922: 949.
3. Ball, E. D., Phytopath., 9, 1919: 291.
4. Martin, W. H., New Jersey Agric. Expt. Sta., Bull. 383, 1923.
5. Newton, H. C. F., частное сообщение.

Комбинированные инсектисиды и фунгисиды. Комбинированные растворы для опрыскивания могут быть разделены на две группы. К первой относятся содержащие несколько компонентов.

для истребления одного или нескольких сходных вредителей. Несколько компонентов вводятся для надежности действия, например, никотин и зеленое мыло против мягкотелых сосущих насекомых. Зеленое мыло, увеличивая кроющую способность раствора, усиливает действие никотина и, кроме того, само действует как инсектисид. Lees (6) также нашел, что масляные эмульсии на зеленом мыле с прибавкой никотина уничтожают одновременно кровяную и других тлей, медяницу и клопов из сем. *Capsidae*. При разборе свойств пиретрума мы упомянули о неопределенности лучшего способа извлечения действующего начала (холодным мыльным раствором). В последнее время в продажу поступил масляный экстракт из нее, „растворимый“ в воде. Токсичность этого препарата для мух обусловлена не только пиретринами в комбинации с маслом, но масло повидимому и само имеет ядовитые свойства.

Ко второй группе относятся растворы, действующие на вредителей двух разнородных классов. Мы можем, как уже было указано, применять фунгисиды, действующие на эндо- и эктофитных грибков. Кроме того, можно применять смешанный раствор контактных и кишечных ядов или, что еще важнее, комбинированные инсекто-фунгисиды. Последнюю возможность впервые исследовал Weed (7).

Понятно, что одновременное применение инсектисидов и фунгисидов сберегает труд и, что часто еще важнее, — время. Экономию в расходах оценить трудно, — Cunningham (8), на основании сведений от садоводов, дает данные об общих накладных расходах, включая проценты на капитал, затраченный на приобретение опрыскивателей, их амортизацию, транспорт, труд и управление; он вывел следующие цифры для обработки одной четырнадцатилетней яблони в Новой Зеландии:

	Пенсов.		
Серно-известковая смесь (1 на 120)	1,92	6,63	9.20
„Блэклиф 40“ (1 на 800)	2,65		
Мышьяковосвинцовая паста (3 на 100)	2,06		
Осажденная сера (10 на 100)	2,57		
Инсекто-фунгисид (комбинированный): Мышьяковокислый свинец „Блэклиф 40“, осажденная сера, серная известь [1])	3,93		

Эта экономия, конечно, не должна приобретаться ценой понижения инсектисидных или фунгисидных свойств составных частей смеси или возрастанием риска повреждения от опрыскивания. Эти

[1]) Из статьи не видно, введена ли осажденная сера вместо извести или же специально для борьбы с мучнистой росой яблони.

требования ограничивают число возможных комбинаций, и отсюда появилось грубое разделение таких смесей на „совместимые“ и „несовместимые“. Во многих случаях уже химические свойства компонентов определяют невозможность смешения; например, употребление мышьяковистых соединений в масляных эмульсиях на мыльном или щелочном растворе. В других случаях, разбираемых ниже, результаты взаимодействия не столь очевидны, и для определения годности смеси необходимы широкие опыты в поле.

Необходимо далее, чтобы совпадали способ и время правильного применения компонентов смеси. При применении кишечного яда или инсектисида лучшие результаты получаются от опрыскивания тонкой водяной пылью, хорошо покрывающей растение и не стекающей; контактный же инсектисид должен облить все растение сильной струей. Эти обстоятельства еще больше сужают возможности применения комбинированных смесей.

Поэтому нет надобности рассматривать многие возможные комбинации фунгисидов и инсектисидов. Было составлено много так называемых таблиц совместимости, основанных на химических соображениях; в них комбинации разделены на опасные, сомнительные и надежные. Но, как мы видели, следует принимать во внимание физиологические и практические особенности; смесь, действительная против вредителя на одном растении, может быть вредна для другого растения - хозяина. Таблица применения пылевидных веществ и растворов дана Waite с сотрудниками (9).

Возьмем один пример—смесь мышьяковокислого свинца и серной извести, являющуюся, повидимому, наиболее распространенным и известным инсекто-фунгисидом для одновременной борьбы с яблоновой паршей (*Venturia inaequalis* Winter) и плодожоркой (*Cydia pomonella* L.). Мы ограничимся разбором взаимодействия между серной известью и кислым мышьяковокислым свинцом, главной составной частью мышьяковосвинцовых паст и порошков, применяющихся в Великобритании. На то, что между ними происходит взаимодействие указывает уже перемена цвета частичек мышьяковокислого свинца через коричнево-бурый в черный. Goodwin и Martin (10) исследовали не только влияние этой реакции на инсектофунгисидные свойства смеси и на возможность мышьякового поражения, но и действие на ее течение прибавки ингредиентов. При рассмотрении химических свойств серной извести (см. стр. 83) мы упоминали о гидролизе полисульфидов кальция и об образовании при этом сероводорода. Повидимому, взаимодействие серной извести с мышьяковокислым свинцом обусловлено этим сероводородом, и скорость взаимодействия определяется быстротой гидролиза полисульфидов кальция и удале-

ния сероводорода из сферы реакции. Часть мышьяковокислого свинца превращается в сернистый, при чем образуются мышьяковокислые и сульфомышьяковокислые соли кальция, легче растворимые, чем соли свинца, и обусловливающие накопление мышьяка в растворе. Если же к смеси прибавить казеин или желатин, то коллоидные свойства ингредиента препятствуют выделению сероводорода, чем задерживается гидролиз и разложение полисульфидов кальция. Поэтому мышьяковокислый свинец разлагается в большем количестве и в растворе накопляется растворимый мышьяк. Если же в качестве ингредиента применять известковый раствор казеина, то свободная известь, как уже было указано (стр. 129), осаждает растворимый мышьяк. Кроме того, свободная известь препятствует разложению полисульфидов кальция, благодаря чему образуется больше серноватистокислого кальция и меньше серы от разложения полисульфидов. Возможно, что промежуточной ступенью в этой реакции является взаимодействие извести с сероводородом, что ведет к накоплению сернистых соединений, окисляющихся в серноватокислый кальций, к более быстрому связыванию сероводорода и, тем самым, к сохранению мышьяковокислого свинца.

Отсюда видно, что осаждение полисульфидной серы не задерживается прибавкой мышьяковокислого свинца с казеином или желатином. Поэтому можно предположить, что от такой прибавки фунгисидное действие серной извести не только не ослабнет, но даже усилится от накопления растворимого мышьяка. Подтверждение такого предположения дано биологическими (стр. 124) и полевыми опытами. Например, Cunningham (8, стр. 105) отмечает, что смесь серной извести и мышьяковокислого свинца почти так же действительна в качестве фунгисида, как и Бордосская жидкость. Если же употреблять в качестве стабилизатора известковый раствор казеина с большим избытком извести, то одновременно уменьшается и количество выделяющейся от разложения полисульфидов серы и растворимого свинца; фунгисидное действие раствора ослабевает.

Трудно предсказать влияние смешения двух компонентов на их инсектисидное действие. Высказанные выше (стр. 134) соображения об относительной токсичности соединений мышьяка, подтвержденные лабораторными исследованиями, вполне применимы и здесь, и повидимому нет надобности в полевых опытах.

Повреждения листвы мышьяком связаны с легкостью перехода мышьяка в раствор, поэтому прибавление серной извести к мышьяковокислому свинцу может повысить возможность мышьякового ожога. Образуется ли растворимого мышьяка в растворе достаточно для того, чтобы причинить серьезные ожоги, зависит от вида деревьев и

от климатических условий. Прибавка казеина или желатина увеличивает опасность ожога, тогда как казеин с известью уменьшает ее.

Не следует упускать из вида и другие важные факторы, при употреблении комбинированных растворов. Например возможно, что при употреблении комбинированного раствора из масляной эмульсии и мышьяковокислого свинца осадок будет впоследствии трудно удаляться (11), или вязкость осадка сернистого свинца в таком растворе будет затруднять опрыскивание. Употреблению каждого комбинированного раствора должны предшествовать тщательные и успешные лабораторные и полевые опыты.

6. Lees, A. H., Long Ashton, Ann. Rpt., 1919: 46.
7. Weed, C. M., Ohio Agric. Expt. Sta., Bull. 7, 1889: 186.
8. Cunningham. G. H., Fungous Dieseases of Fruit-Trees in New Zealand, Auckland, 1925: 91.
9. Waite, M. B., Gilbert, W. W., Cobb, N. A., Beattie, W. R., Brooks, F. E., Graf, J. E., Bell, W. B. and Mc Atee, W. L., U. S. Dept. Agric. Year Book, 1925: 571.
10. Goodwin, W. and Martin, H., Journ. Agric. Sci. 15, 1925: 307, 476.
11. Robinson, R. H. and Hartman, H., Oregon Agric. Expt. Sta., Bull. 226, 1927.

Осадок от опрыскивания. *Опасность для людей.* Неограниченное применение таких ядов, как никотин, соединений мышьяка и меди, рассматривалось, как источник опасности для людей, но подозрения, что фунгисиды или инсектисиды окажутся на плодах в опасных для потребителя количествах, не оправдались.

В первое время применения Бордосской жидкости было проделано не мало исследований о количестве меди в вине из опрысканного ею винограда. Во многих местностях необходимо было повторять опрыскивание почти до самого сбора винограда. Millardet (12) получил следующие цифры, работая с виноградом, опрыскивавшимся крепкой Бордосской жидкостью при самых, казалось бы, неблагоприятных условиях:

Виноград	15,0 — 18,6	*мг* Cu	на 1 *кг*
Сусло	1,0 — 2,2	„ „	„ литр
Вино	меньше 0,1	„ „	„ „

Результаты американских опытов о количестве меди на опрыскивавшемся винограде следующим образом формулированы Galloway (13): „Известно, что мы ежедневно принимаем с пищей такое же количество меди, если не больше, сколько остается на таком количестве правильно опрысканного винограда, какое вряд ли может съесть человек“. К тем же заключениям пришли, исследуя другие вещества, например, чай. Для борьбы с болезнью, вызываемой *Exobasidium vexans* Mass., оказалось необходимым позднее опрыскивание

Бордосской жидкостью. Annett и Kar (14) нашли, что содержание меди в чае, приготовленном из опрысканных за девять дней до сбора листьев, превышает в пять раз содержание меди в чае с контрольного участка. Но все-таки, если даже выпить восемь чашек (около двух литров) такого чая, то будет поглощено почти неопределимое количество меди.

В случае применения мышьяковистых соединений также было найдено, что, если они правильно применяются, только в совершенно исключительных условиях они могут оказаться опасными. Возможность задержания на плодах опасных количеств мышьяка возникает только в случае опрыскивания незадолго до сбора. Во время нашествия златогузки в восточных штатах Америки необходимо было бороться с молодыми гусеницами опрыскиванием на первой неделе августа. O'Kane, Hadley и Osgood (15), определяя количество мышьяка на опрысканных плодах, нашли, что при обычных условиях ни один взрослый не может съесть зараз достаточно таких яблок, чтобы отравиться.

Вопрос об остатке от опрыскивания в последнее время приобрел особое значение во многих районах разведения яблок, так как мышьяковистые соединения оказались наиболее удобным средством борьбы со вторым поколением плодожорки. В подходящих климатических условиях период развития этой бабочки достаточно короток для появления второго поколения, вследствие чего приходится опрыскивать яблони мышьяковокислым свинцом или каким-либо другим инсектисидом через 12—14 недель после цветения. Найдено, что даже на таких яблоках редко удерживается опасное количество мышьяка. Из целого ряда образцов, исследованных английским правительственным аналитиком, только в одном оказалось больше 1,5 *мг* мышьяка на 1 *кг* яблок (высший допустимый предел, установленный Королевской Комиссией по мышьяковому отравлению в 1903 году). Таких яблок с кожицей, плодоножкой и чашечкой следует съесть больше 1 *кг*, чтобы употребить высшую лекарственную дозу мышьяка. Однако, во многих случаях грузы таких яблок задерживались властями из-за ясной видимости осадка. Это обстоятельство, а также и понижение рыночной стоимости из-за видимого осадка, привело к выработке способов удаления осадка от опрыскивания. Они в настоящее время широко применяются в местностях, страдающих от второго поколения плодожорки. Механические способы, как, например, обтирание, оказались негодными, вследствие неполного удаления осадка и понижения сохраняемости яблок, вследствие заражения во время этой операции различными организмами, вызывающими гниение при хранении; яблоки больше теряют в весе и портятся

раньше, чем необтертые (11). Из химических средств для удаления осадка наиболее успешным оказался раствор соляной кислоты; крепость его определяется в зависимости от температуры. Едкий натр хотя и хорошо удаляет осадок, но ухудшает сохраняемость плодов. Повидимому, он удаляет со спелых яблок покрывающий их слой воска, чего не наблюдается при соляной кислоте. В продаже имеются механические мойки с раствором соляной кислоты, но об их работе еще нет сведений.

12. Millardet, A., Journ. d'Agric. prat., 59 (II), 1895: 732.
13. Galloway, B. T., U. S. Dept. Agric., Rpt. of Sec. Agric., 1893: 265.
14. Annett, H. E. and Kar, S. C., Journ. Agric. Sci., 3, 1910: 314.
15. O'Kane, W. C., Hadley, C. H. and Osgood, W. A. New Hampshire Agric. Expt. Sta., Bull. 183, 1917.
16. Journ. Min. Agric. 32, 1925: 549.

Опасность для животных. Вопрос об опасности пастьбы скота в опрысканных садах был разрешен приблизительно в том же смысле. Английские опыты (17) показали, что овцы могут пастись под опрысканными деревьями без серьезных последствий даже в том случае, когда и сама трава была опрыскана парижской зеленью. O'Kane Headey и Osgood нашли, что овцы без вредных последствий могут пастись на траве, опрысканной 15 *г* мышьяковосвинцовой пасты на литр воды, но здоровые телята в тех же условиях обнаруживали некоторые признаки отравления. Птица оказалась еще менее чувствительной, и, повидимому, нет никакой опасности выгонять цыплят в опрысканные сады.

[Работы советских авио-экспедиций показали, что различные насекомоядные млекопитающие и птицы могут безнаказанно питаться трупами саранчи, истребленной опылением с аэропланов (17 а). Дело, повидимому, заключается в большей токсичности мышьяка по отношению к насекомым, чем к позвоночным. *И. Ф.*].

Возможность отравления пчел мышьяком или медью на цветах (18) может быть избегнута отказом от опрыскивания распустившихся цветов. Эта предосторожность полезна не только для защиты пчел — сотрудников плодовода, но и для защиты тычинок и пестиков от ожога мышьяком или медью.

17. Journ. Bd. Agric., 9, 1902: 193.
17а. См. Свириденко, Коротких. Цит. на стр. 69.
18. Journ. Min. Agric., 33, 1926: 175; см. также Mc Indoo, N. E. and Demuth, G. S. U. S. D. Agric. Bull. 1364. 1926.

Внутренняя терапия растений. Об инъекции в растения токсинов и антитоксинов упоминалось на стр.31; кроме того, было проделано много опытов по инъекции различных химических веществ внутрь.

растения для повышения сопротивляемости растений по отношению к вредителям или для уничтожения последних. Пока что все эти попытки не оказались успешными. Повидимому, как и в случае применения вакцин и сывороток, отношение растений к таким хемотерапевтическим средствам сильно отличается от такового высших животных. Успех хемотерапии у высших животных несомненно связан с быстрой циркуляцией впрыснутого вещества по телу животного. Растения не обладают такой системой циркуляции и, повидимому, в большинстве случаев впрыснутое вещество остается вблизи от места инъекции.

Например, Brooks проверил заявление, что железный купорос излечивает млечный блеск слив (грибок *Stereum purpureum* Pers.) (19) не только обильным удобрением корней этим веществом, но и инъекцией больного дерева. В стволе он просверливал дыры и в них забивал до 30 г кристаллов железного купороса, затыкая отверстия пробками. Brooks и Bailey (20) не могли подтвердить успешности этого способа; по их мнению грибок, если и убивается, то только в очень ограниченной зоне; пропитать все части дерева раствором, достаточно крепким для умерщвления мицелия грибка, не повредив при этом живой ткани, — задача весьма трудная.

По их данным более многообещающим является лечение некоторыми красящими веществами. Обработанные деревья оправлялись в большем количестве, чем контрольные, и было видно, что реактив убивает грибки, не повреждая растения. Однако, такие средства были найдены слишком хлопотливыми и дорогими. Scherer (21) получил отрицательный результат, впрыскивая различные красящие вещества для борьбы с некоторыми грибными и бактериальными болезнями.

Попытки инъекции растений для борьбы с насекомыми производились скорее с целью сделать сок растения невкусным, чем ядовитым. Как и в случае млечного блеска, такие средства испытывались для борьбы с вредителями, трудно поддающимися истреблению другими способами. Дементьев (22) сообщает, что инъекция яблонь раствором хлористого бария (1 : 350) очищает деревья в десять дней от кровяной тли. Müller (23) испытал целый ряд веществ и получил сходные результаты, применяя пиридин и сернокислый алюминий.

Интересное наблюдение сделал Andrews (24), что степень повреждения чайного дерева клопом *Helopeltis theivora* Waterh связана с отношением калия и фосфора в питательной среде. Прямое впрыскивание калийных солей быстро освобождало от вредителя даже сильно пораженные кусты без вреда для растений.

Sanford (25) показал, что червеца *Icerya purchasi* Maskell на персиках и апельсинных деревьях можно уничтожить, впрыскивая в де-

ревья раствор цианистого калия. Его данные подтверждает Shattuck (26), который успешно боролся таким образом с короедом вяза и белой акации. Однако, Moore и Ruggles (27) подвергли сомнению ценность такого применения синильной кислоты. Они нашли, что газ распространяется в деревьях по старым мертвым трахеям, не подвергающимся нападению. Так как короеды живут в камбии, то они останутся невредимыми, если газ не проникнет в эту живую часть растения. Такое проникновение в травянистых растениях или полукустарниках, по их мнению, было бы опасно для самого растения.

[Идея о возможности борьбы этим способом с вредными насекомыми принадлежит повидимому русскому энтомологу И. Я. Шевыреву (38). Ему удалось вводить разные вещества внутрь растения, но, к сожалению, не удалось ввести каких-либо инсектисидов. Польза для дела защиты растений получилась, таким образом, лишь косвенная — улучшенное питание дерева. Последнюю цель преследовал в подобных же опытах крымский энтомолог С. А. Мокржецкий (29), вводивший внутрь дерева сухие соли и растворы разных веществ; он получил, между прочим, интересные результаты лечения железным купоросом хлороза — дерево совершенно оправлялось. Более подробное освещение вопроса дал Луговой (30), приводящий литературу вопроса. Широкого практического применения это дело не получило и у нас (31) *И. Ф.*].

19. Brooks F. T. Journ. Agric. Sci., 5, 1913: 288.

20. Brooks, F. T. and Bailey, M. A., ibid., 9 1919 : 189.

21. Scherer, C. M., Phytopath., 17, 1927 : 51.

22. Дементьев А. Журн. Оп. Агрон. 15, 1914.

23. Müller, A., Die innere Therapie der Pflanzen. Monogr. angew. Entom., No 8. Berlin, 1926.

24. Andrews, E. A.; реф. Rev. Appl. Entom., A 8, 1920 : 204.

25. Sanford, F., Science, 40, 1914: 519; 41, 1915: 213.

26. Shattuck, C. H., ibid., 41, 1915: 324.

27. Moore, W. and Ruggles, A. C., ibid., 42, 1915: 33.

28. Шевырев, И. Я. Тр. Спб. Общ. Ест. Отд. Бот. 25, 1895; Сел. Хоз. и Лесов. 1903 (4); Землед. газета 1904 (3—6).

29. Мокржецкий С. А. Внутренняя терапия и внекорневое питание растений. Симферополь 1905; Zeit. Pflanzenkrankh. 1904: 76.

30. Луговой М. Тр. Киев. Ст. по борьбе с вред. 2, 1914.

31. Ср. Холодковский Н. А. Энтомология, ГИЗ, 1927, 1: 431.

ГЛАВА IX

Уничтожение сорных растений.

Если грязь можно определить, как „вещество, находящееся не на своем месте“, то тогда и сорняки будут „растениями не у места“. Здесь мы разберем борьбу с сорняками, вредящими посевам, и, вскользь, с сорняками на дорожках и т. д. В последнем случае можно действовать ядами на всю растительность, тогда как в первом следует применять только средства, сравнительно безвредные для посева.

Сорняки вредят культурным растениям, главным образом, отнимая от них влагу и питательные вещества почвы, но во многих случаях также и затенением посевов. Вследствие этого, как уже указывалось (1), урожай кукурузы в Соединенных Штатах понижается на 10 %. Bedford и Pickering (2) на основании своих опытов о влиянии травяного покрова на фруктовые деревья высказывают предположение, что растение выделяет во время роста некоторые токсины, вредящие другим растениям. Эта теория может дать основания для определения экологических ассоциаций и объяснить вредность некоторых сорняков для культурных растений. Однако, Brenchley (3) не мог установить выделения ядовитых веществ корнями растений.

Кроме того, с сорняками приходится бороться потому, что некоторые из них являются пищей для вредителей, другие могут быть ядовитыми или вредными для людей и скота: например, куколь (*Agrostemma githago* L.) содержит ядовитый глюкозид, могущий отравить муку; дикий лук (*Allium* spp.) сообщает неприятный запах и вкус молоку коров, пасущихся на засоренных им лугах.

Обычно нормальные способы обработки достаточно подавляют развитие сорняков. Севооборот с пропашными растениями является лучшей мерой. В случае сорняков, распространяющихся только семенами, сбор урожая до их созревания является обычной и автоматической мерой борьбы с ними. Но в некоторых случаях указанные меры недействительны вследствие невозможности их применения или вследствие раннего созревания сорняка, как например, сурепки (*Brassica sinapis* L.) среди злаков.

В таких случаях можно воспользоваться избирательным действием некоторых веществ, действующих на сорняки сильнее, чем на посевы. Такое действие было впервые замечено французским виноградарем L. Bonnet, который в 1897 году, отметил, что листья сурепки чернеют и отмирают от действия медного купороса, а трава остается неповрежденной. За этим случайным открытием последовал целый ряд других, и в настоящее время мы имеем несколько соединений, пригодных для истребления сорняков, когда другие способы борьбы не годятся.

Все эти соединения принадлежат к одной группе сернокислых соединений.

Группа сульфатов. Медный купорос, введенный Bonnet, применялся для борьбы с сурепкой во многих странах, особенно в Англии. Крепость применяемых растворов обусловливается местными и климатическими условиями (4).

Действие медного купороса, повидимому, связано с количеством раствора, задерживающегося на поверхности листьев. Листья злаков расположены вертикально, узки и тонки, раствор с них сейчас же стекает; кроме того, они обычно покрыты густым, трудно намокающим пушком; возможно, что и сопротивляемость их кутикулы имеет значение. Листья сурепки и других сорняков расположены более горизонтально, лучше смачиваются и удерживают раствор и, возможно, более чувствительны к действию медного купороса. Обычно избирательное действие средств для борьбы с сорняками и приписывают разнице в строении листвы. Но, по Brenchley, широко распространенное мнение об устойчивости узколистных растений и неустойчивости широколистных по отношению к различным химическим реагентам не вполне справедливо; должны быть приняты во внимание твердость, гладкость листьев и их восковой покров, а также их расположение и свойства клеточных стенок.

Внесение медного купороса в почву не вредит развитию растений, так как медь быстро связывается почвой и не действует на корни, если только почва нормального строения, и количества медного купороса не были слишком велики.

Железный купорос. Bol ey (5), применяя железный купорос для уничтожения сорняков, получил прекрасные результаты, и до сих пор железный купорос широко применяется для этой цели в Америке. Обычно пользуются его раствором, но можно применять и порошок. Можно пользоваться более крепкими растворами по сравнению с медным купоросом, и все-таки он дешевле последнего, хотя менее удобен вследствие быстрого окисления.

Olive (6) считает, что ядовитость железного купороса объясняется скорее его осмотическими свойствами чем поглощением тканью

листа. Думали, что сухая соль производит плазмолиз клеток листа, но Schultz (7) показал, что листья не страдают после плазмолиза растворами различных солей, если удалить раствор через несколько часов.

По Olive (6) почернение тканей растений от действия железного купороса объясняется образованием сернистого железа, по Schultz (7)—взаимодействием железа с таннидами ткани.

Aslander (8) доказывает, что токсичность железного купороса связана не с плазмолизом, а с поглощением и химическим воздействием. Он нашел, что сила его действия зависит от погоды: наилучшие результаты получаются в сухие, спокойные, солнечные дни с высокой относительной влажностью.

Каинит. Сырой каинит из Стасфурта всем известен, как калийное удобрение. Минерал „каинит" имеет состав $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, но продажный „каинит" содержит еще некоторое количество хлористого натрия. Хотя обычное утверждение, что каинит содержит сернокислый калий и несправедливо, но все-таки каинит может быть отнесен к группе сернокислых соединений, так как содержит много сернокислого магния. В Германии имеется в продаже каинит, специально изготовленный для уничтожения сорняков (сурепки). Им следует опылять растения, влажные от росы.

Он действует, повидимому, плазмолитически. Тонкая его пыль в большом количестве оседает на волосистых горизонтальных листьях сорняков. Кроме того, что он действует избирательно на сорняки, применение его оправдывается и повышением урожая, как от калийного удобрения.

Серная кислота. Серную кислоту впервые рекомендовали Woods и Bartlett (9); теперь она широко применяется во Франции, несмотря на некоторые неудобства работы с ней. Rabaté (10) нашел, что ее 5—15% растворы действуют энергичнее, чем сухой железный купорос, не повреждают злаки и не ослабляют роста соломы, как медный купорос, хлористый натрий и другие реактивы.

Он отметил, что серная кислота сильнее действует на молодые, сочные растения и отсюда заключил, что она действует, как водоотнимающее средство. Напротив, Aslander считает, что ее ядовитость связана с высокой концентрацией водородных ионов, хотя он показал, что растение может поглотить ее и нейтрализовать. Растение умирает тогда, когда превзойдена его способность нейтрализации, а эта последняя зависит от толщины и строения эпидермиса, определяющих избирательное действие раствора.

Rabaté утверждает, что серная кислота уничтожает некоторые почвенные организмы, повреждающие стебель злаков, и чувствитель-

ные к кислотам грибки *Leptosphaeria herpotrichoides* DN и *Ophiobolus graminis* Sacc. Не следует переоценивать действие серной кислоты на почву: Rabaté указывает, что эквивалентные количества сернокислого аммония в такой же степени декальцинируют почву, как и серная кислота.

Сернокислый аммоний и смеси разобранных выше сульфатов употреблялись для уничтожения сорняков, но не получили широкого применения.

Предлагались различные другие вещества для уничтожения сорняков, как поваренная соль, натровая селитра, сильвинит, сулема, растворимые мышьяковистые соединения, производные каменноугольного дегтя, но они оказались или не обладающими избирательным действием, или слишком изменчивыми.

Соли серной кислоты оказались также пригодными для уничтожения слизней (*Limacidae*). Обычно против них применяют заградительные полосы из веществ, через которые слизни не хотят или не могут проходить, но мы имеем против них и специфические яды. В последнее время Anderson и Taylor (11) нашли, что медный купорос прекрасно их уничтожает. Они рекомендуют смесь каинита и медного купороса, распределяемую сеялкой для удобрений. Хотя они нашли, что квасцы (двойная соль сернокислых калия и алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$) и сернокислый аммоний безвредны для слизней, но по данным Martin'a обе соли могут быть применены для данной цели: сернокислый аммоний несомненно уничтожает слизней, хотя, может быть, в таких количествах, что применение его не оправдывается; продажное, действительное против слизней средство состоит, главным образом, из квасцов.

[Прекрасное руководство по изучению сорняков и меры борьбы с ними норвежского ученого Корсмо (12) вышло недавно в немецком переводе под редакцией д-ра Волленвебера. *А. Я.*].

1. Cates, H. R., U. S. Dept., Agric. Year Book 1917: 205.
2. Bedford, D. and Pickering, S. U., Woburn Expt. Fruit Farm. 13 th Rept., 1911: 1.
3. Brenchley, W. E., Journ. Bd. Agric., **24**. 1918: 1394.
4. Он же, Journ. Bath. and W. and S. Counties Soc., **19**, 1924—25: 1.
5. Bolley, H. L., N. Dakota Agric. Expt. Sta., Ann. Rpt. **11**, 1901: 48.
6. Olive, E. W., S. Dakota Agric. Expt. Sta., Bull. 112. 1909: 485.
7. Schultz, G., Arb. d. D. Landw. Ges., вып. 158. 1909.
8. Aslander, A., Journ. Agric. Res. **34**. 1927: 1065.
9. Woods, C. D. and Bartlett, J. M., Maine Agric. Expt. Sta., Bull. 167. 1909: 85.
10. Rabaté. E., Intern. Rev. Sci. and Prac. Agric., **4**. 1926: 535.
11. Anderson, A. W. and Taylor, T. H., Univ. of Leeds, Bull. 143, 1926.
12. Korsmo, E. — Unkraüter im Ackerbau der Neuzeit. Übersetzt. von H. Wollenweber. Berlin. 1930.

ГЛАВА X

Газовый метод.

Фумигацией или окуриванием называется применение летучих ядовитых веществ. Оно возможно лишь в закрытых помещениях (теплицы и т. д.), ввиду неизбежного рассеивания на открытом воздухе.

Окуривание применялось, несомненно, издавна: сжигание душистых трав, смол и ладана считалось средством для предупреждения болезней, хотя и мало действовало против микроорганизмов. Сильный аромат заглушал, по крайней мере, гнилостный запах, считавшийся причиной заразы. Окуривание сначала применялось в домах, затем в теплицах и, наконец, за последние тридцать лет — для обработки садовых деревьев.

Для последней цели дерево накрывается непроницаемой для воздуха палаткой, в которую вносят нужное количество окуривающего вещества. Через некоторое, достаточное для действия время палатку снимают и ставят над следующим деревом. Материал палатки должен быть достаточно легок, гибок для плотного прилегания к земле, прочен, чтобы не порваться при накрывании дерева и, насколько возможно, газонепроницаем. Обычно употребляется плотная бумажная ткань, пропитанная олифой или маслами (1).

Окуривающее вещество должно быть достаточно ядовито для вредителей, безвредно для растения, летуче, дешево и должно обладать достаточной быстротой диффузии; большинство важнейших окуривающих веществ этим требованиям удовлетворяет.

Важным применением фумигации является обработка семян и саженцев. По современным таможенным требованиям ввоз их во многие страны разрешается только после надежной фумигации или стерилизации. Обычно для этой цели применяется синильная кислота. Способы обработки семян отличаются от окуривания и разбираются в особой главе.

[**Вакуум-дезинсекция**. Мысль о применении вакуума, как средства борьбы с вредителями, восходит ко времени знаменитых опытов Otto von Hericke, произведенных в 1652 году. Но в практику дезинсекционного дела первые вакуум-камеры вошли лишь незадолго до мировой войны. Применением лишь одного вакуума, однако, можно вызвать смерть вредителей лишь при весьма длительных экспозициях (1—4 дня). При этом яйца вредителей по большей части оставались целыми. Поэтому развитие дела вакуум-дезинсекции пошло по пути комбинированного воздействия: 1) вакуума и нагревания (до 50—60°) и 2) вакуума и фумигантов.

По первому пути работали, главным образом, в Германии. Соответственная аппаратура выпускается фирмой Presburg и применяется преимущественно для дезинсекции мехов. Имеются также и большие установки для дезинсекции пассажирских вагонов (1a).

Применение вакуума совместно с сероуглеродом или синильной кислотой пока распространено, главным образом, в Америке. Фумигационные камеры представляют собою железные котлы различных размеров, из которых воздух выкачивается масляным насосом до получения разрежения около 115 *мм*. Затем внутрь впускается смесь воздуха с ядовитым веществом, и атмосферное давление доводится до нормального. Благодаря этому яд проникает внутрь объекта не путем медленной диффузии, а сразу же нагнетается туда под давлением. Таким образом становится возможной быстрая дезинсекция таких трудно проницаемых материалов, как кипы хлопка, семена в мешках, древесные изделия и притом без их распаковки, живые растения без их повреждения. В Америке имеются большие камеры, где подвергаются дезинсекции груженые вагоны, без необходимости их разгрузки.

Кроме работы с газовыми смесями по данным Marchal и Vayssière (1b) вакуум-метод с большим успехом применяется в Северной Америке также и при дезинсекции растительного материала путем погружения последнего в дезинфицирующие растворы (1% раствор сапрозоля, 3% раствор сульфокарбоната калия и т. п.). *А. П.*].

1. Woglum R. S. U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. Bull. 90, 1911.
1a. Fr. Moll, Anzeiger f. Schädlingskunde. 1926, 48.
1b. Marchal, P. et Vayssière, A. Annales des Epiphyties. 1925: 121—182.

Синильная кислота. Синильную кислоту впервые применил в Калифорнии Coquillett (2) в 1886 г. против червецов тли на лимонах, особенно против *Icerya purchasi*, серьезно повреждавшего сады. С развитием техники применения и изготовления газа этот способ вошел в практику не только тепличной культуры, но и открытой культуры

апельсинов и лимонов, особенно против червецов, трудно поддающихся действию других инсектисидов.

Синильная кислота удобно получается действием какой-либо сильной кислоты на ее соль. Coquillett употреблял цианистый калий и серную кислоту, реагирующие в присутствии воды по уравнению:

$$2KCN + H_2SO_4 = 2HCN + K_2SO_4.$$

Так как количество синильной кислоты должно быть строго определенным, то для этого необходимо не только смешивать необходимые количества цианистой соли и серной кислоты, но и вода должна прибавляться в нужной пропорции. Отсюда видна необходимость стандартизации цианистого калия. Английское министерство земледелия (2а) указывает, что „продажный цианистый калий для земледельческих целей при обработке кислотой должен выделять синильной кислоты не меньше 39,4% от своего веса“ и что его следует прибавлять к продажной серной кислоте уд. веса 1,84, надлежаще разведенной водой. Кислота не должна быть слишком сильно разведена водой, чтобы не помешать полному выделению синильной кислоты, растворимой в воде в любом количестве. С другой стороны, воды должно быть достаточно для того, чтобы не выкристаллизовался сернокислый калий, могущий облечь цианистый калий и помешать его полному разложению. Обычно такое затвердевание смеси называется „замораживанием“. Кроме того, присутствие достаточного количества воды необходимо для предупреждения образования окиси углерода[1]):

$$2KCN + 2H_2SO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + (NH_4)_2 SO_4 + 2CO.$$

В настоящее время обычным рецептом является соотношение 1 — 1 — 3, т. е. на одну весовую часть 98% цианистого калия берут 1 часть крепкой серной кислоты, разведенной тремя частями воды. Цианистый калий прибавляют к уже разведенной серной кислоте, иначе часть синильной кислоты полимеризуется.

Впоследствии таким же образом стали применять более дешевый цианистый натрий. Так как высокопроцентный (98%) цианистый натрий дает большее относительное количество синильной кислоты, то рецепт изменили: 1 — 1,5 — 2 или 1 — 1,5 — 3. Поэтому цианистый натрий иногда обозначается как 130%, так как при полном разложении 100 частей ею выделяется столько же синильной кислоты, как из 130 частей цианистого калия.

---

[1]) Повидимому, промежуточным продуктом является муравьиная кислота, разлагаемая крепкой серной кислотой с образованием окиси углерода.

Хотя при осторожной работе у рабочего всегда хватит времени, чтобы безопасно уйти после погружения цианида в горшок с кислотой, все таки в продаже появились „безопасные синильные пакеты“, делающие работу совершенно безопасной (3). В пакете из тонкого листового цинка содержится отвешенное количество цианистого натрия. Кислота растворяет сначала цинковую оболочку, после чего уже действует на цианид. Вес цинка должен быть постоянен, а количество кислоты необходимо увеличить настолько, сколько ее потребуется для растворения цинка, а также количество воды должно быть больше для растворения образующегося сернокислого цинка.

Так как синильная кислота при 26,5° С сгущается в жидкость, то Mally (4) в 1915 году предложил употреблять ее для окуривания. Безводная жидкость может быть распылена в закрытом пространстве, чем облегчаются и улучшаются ее применение и распределение. Кроме того, как указывает этот автор, при получении синильной кислоты действием серной на цианид есть опасность прожечь полотно палатки серной кислотой, разбрызгивающейся при выделении газа, чего не может случиться при применении жидкой синильной кислоты. Этот способ широко распространился в Соед. Штатах, и его технику тщательно разработали Quayle (5) и Woglum (6).

[Синильная кислота является в настоящее время не единственным веществом, которое применяется при вакуум-дезинсекции живых растений: согласно Leach и Fleming (6a) с 1925 г. Америка располагает также и особой аппаратурой, позволяющей вести дезинсекцию живых растений, не повреждая листвы как этой кислотой, так и сероуглеродом. При дезинсекции растений синильной кислотой обычно берется 10 *г* KCN на 1 *куб. м* пространства камеры, при длительности в 45—60 минут.

Для дезинсекции хлопка на 1 *куб. м* пространства берется 90 *г* NaCN, а длительность воздействия составляет 1 ч. 45 минут. Данные по проницаемости под вакуумом различных толщ дерева (в целях борьбы с *Anobium striatum*) — по отношению к синильной кислоте — приводит Nagel (6b). *А. П.*].

В самое последнее время введение в продажу стандартизованного цианистого кальция в порошке (цианогаз) позволило применить его для получения синильной кислоты. Под влиянием влажности он разлагается на известь и синильную кислоту:

$$Ca(CN)_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2HCN.$$

Довольно его распылить в достаточно влажном помещении, чтобы прошла вышеуказанная реакция. О первых опытах окуривания циани-

стым кальцием в палатках сообщает Quayle (7) (1923), с тех пор он применяется в теплицах с прекрасным результатом (8, 8а).

2. Howard, L. O., U. S. Dept. Agric. Year Book 1899: 150; Johnson, W. G., Fumigation Methods, New York, 1902: 1.

2a. Min. Agr. and Fish., Leaflets, Sect. Vol. 4, 1927: 136.

3. Lloyd, L., Ann. Appl. Biol., 9, 1922: 1.

4. Mally, C. W., S. Afric. Journ. Sci., 12, 3, 1915: 95.

5. Quayle, H. J., Calif. Agric. Exp. Sta., Bull. 308, 1919: 393.

6. Woglum, R. S., Journ. Econ. Entom. 12, 1919: 117.

6a. Leach and Fleming. Journ. Econ. Ent. 18, 1925: 362.

6b. Nagel, W. Zeit. angew. Ent. 7, 1921: 348.

7. Quayle, H. J., Jonrn. Econ. Entom. 16, 1923: 327.

8. Weigel, C. A., ibid., 18, 1925: 137.

8a. Исаченко, В. Б. и Бондарцев, А. С. Болезни растений 1929 (4).

Действие на насекомых. Характер действия синильной кислоты на животные и растительные организмы являлся предметом многих споров. Он, повидимому, связан с нарушением нормальной энзиматической деятельности живой ткани. Установлено, что даже вне тела синильная кислота влияет на течение энзиматических процессов. Loevenhart и Kastle (9) и, независимо от них, Böck (10) наблюдали „отравляющее" влияние на выделение кислорода из перекиси водорода в присутствии таких тонко раздробленных катализаторов, как коллоидная платина, которые Bredig назвал „неорганическими ферментами".

Geppert (11) показал, что под влиянием синильной кислоты дыхательная деятельность живой ткани ослабляется: кислорода поглощается меньше и меньше выделяется углекислоты, чем при нормальных условиях. Рассматривая ее действие на насекомых, Shafer (12) считает возможной причиной смерти вносимое ею расстройство в равновесие деятельности редуктаз, каталазы и оксидаз.

Предполагали, что ядовитость синильной кислоты для животной ткани можно приписать ее соединению с гемоглобином крови с образованием хорошо известного циангемоглобина, неспособного переносить кислород. Но Ganassini (13) мог найти это соединение у животных только после отравления исключительно большими дозами синильной кислоты. Warburg (14), изучая влияние синильной кислоты на процессы брожения при помощи дрожжей, приписал ослабление их деятельности соединению синильной кислоты с железом играющим роль катализатора в ферментативных процессах. Voegtlin с сотрудниками (15) считает, что синильная кислота действует не на железо плазмы, но нарушает равновесие сернистых соединений. Они доказали in vitro возможность восстановления синильной кислотой некоторых сернистых радикалов; в связи с этим интересно отме-

тить действие некоторых сернистых соединений в качестве противоядия при отравлении синильной кислотой (16).

В практике, во избежание повреждения растений, необходимо регулировать количество фумиганта. Концентрация, необходимая для умерщвления того или другого насекомого, зависит, кроме прочих факторов, от времени воздействия. Quayle и Knight (17) нашли, что для достижения стопроцентной смертности при данной температуре необходимое время обратно пропорционально концентрации, т. е. MC (средняя концентрация синильной кислоты) $\times$ T = Const. Это соотношение важно для окуривания в палатках, где имеет большое значение время обработки.

Потребная концентрация зависит и от типа насекомого. Весьма большие расхождения в потребных смертельных концентрациях и времени отмечались не только для различных видов насекомых, но и для разных местностей. Кроме того, смертельная концентрация изменяется и с температурой. Knight (18) отметил замечательную зависимость между температурой и сопротивляемостью насекомых к действию синильной кислоты. Сопротивляемость повышается при спячке или в неактивном состоянии и понижается с повышением температуры и активности. Процент смертности среди испытывавшихся божьих коровок (*Hippodamia convergens* Guer.), при равной концентрации и продолжительности действия, резко падал с понижением температуры-понижавшим жизнедеятельность жучков. Но у красного червеца (*Chrysomphalus aurantii* Mask.) процент смертности, при прочих равных условиях, не сильно менялся с изменением температуры (в безопасных для дерева пределах). Жизнедеятельность этого насекомого мало меняется с температурой. Поэтому Knight рекомендует истреблять этого вредителя окуриванием во время частичного покоя деревьев, когда последние могут переносить без вреда более высокие концентрации. Quayle (19) нашел, что червецы менее чувствительны к синильной кислоте во время линьки, когда они менее всего деятельны.

В последнее время отмечают, что стандартные способы окуривания становятся недействительными, — червецы приобретают повышенную сопротивляемость к действию синильной кислоты. Quayle (20) отмечает, что в 1922 году, по крайней мере, в двух местностях Калифорнии, красный червец стал выносить концентрации синильной кислоты, ранее считавшиеся смертельными. Необходимая смертельная концентрация оказалась уже небезопасной для деревьев. Это явление, которое подтвердил Woglum (21), заставило искать новые средства для борьбы с указанными вредителями и возбудило интерес к применению для опрыскивания минеральных масел.

9. Loewenhart, A. S. and Kastle, J. H., Amer. Chem. Journ., 29, 1903: 397.
10. Böck, F. Chem. Centralbl., 1, 1903: 614.
11. Geppert, A., Ueber das Wesen der CNH-Vergiftungen. Berlin, 1889.
12. Shafer, G. D., Mich. Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 21, 1915.
13. Ganassini, D., Chem. Centralbl., 2, 1904: 718.
14. Warburg, O., Biochem. Zeitschr., 165, 1925: 196.
15. Voegtlin, C., Johnson, J. M. and Dyer, A. H., Journ. Pharm. Expt. Th er 27, 1926: 467.
16. Teichmann, E. und Nagel, W., Biochem. Zeitschr., 93, 1919: 312.
17. Quayle, H. J. and Knight, H., Calif. Citrograph., 6, 1921: 196.
18. Knight, H., Hilgardia, 1, 1925: 35.
19. Quayle, H. J., Calif. Citrus Inst., Ann. Rpt., 1920: 163.
20. Он же, Journ. Econ. Enthom. 15, 1922: 400.
21. Woglum, R. S., ibid., 18, 1925: 593.
22. De Ong, E. R., Knight, H. and Chamberlin, J. C., Hilgardia, 2, 1927: 351.

Действие на растение. Синильная кислота при некоторых условиях ядовита для растений, но они менее чувствительны к ее действию, чем насекомые. De Ong (23) показал, что концентрации растворов синильной кислоты, убивающие таких насекомых, как филлоксера, и опасные для более выносливых растений, достаточно далеки друг от друга и вполне позволяют вести надежную работу. Но существуют растения, не переносящие окуривания синильной кислотой. По данным Weigel (24) среди тепличных декоративных растений к таковым относятся душистый горошек, хризантемы и розы.

Ожоги листвы синильной кислотой являлись серьезнейшим препятствием, встретившимся при введении этого метода. Coquillett удалось уменьшить вред медленным образованием газа, а Morse (2) ввел „содовый“ способ, при котором цианистая соль смешивается с двууглекислой содой. При образовании синильной кислоты одновременно выделяется углекислый газ, ее разбавляющий. Позднее Coquillett нашел, что повреждение листвы связано с влажностью воздуха и действием солнечных лучей во время окуривания. Влияние последнего фактора он выяснил окуриванием в темноте, при чем ожог получался значительно слабее.

Quayle (25) предположил, что сравнительная безопасность окуривания в темноте может быть приписана разнице в действии света, температуры и влажности, влияющих на степень раскрытия устьиц, а также химическим зависимостям между поглощением газа и защитой кутикулой. Clayton (26) установил прямую зависимость между силой ожога и степенью раскрытия устьиц. Чем шире раскрыты устьица, тем сильнее ожог. Кроме того, он же доказал, что повышенная сопротивляемость растительной ткани действию синильной кислоты зависит от накопления в ней сахара.

Действие температуры связано с ее влиянием на общую жизнедеятельность ткани растения. Чем ниже температура, тем менее активно растение, и тем слабее ожог. Woglum (27) нашел, что ожог усиливается под действием солнечных лучей как непосредственно до, так и после окуривания, а также при внезапном изменении температуры во время окуривания.

Одно время думали, что причиной ожога является хлористый водород, выделяющийся при действии серной кислоты на хлористые соли, являющиеся примесью в продажных цианистых солях (28), но Moore и Willaman установили ядовитость самой синильной кислоты и особенности ее действия на растительную ткань. Они нашли, что растения поглощают большее или меньшее количество газообразной синильной кислоты, за чем следует понижение дыхательной деятельности, обусловленное нарушением нормальной работы оксидаз и каталазы, что замечается и у насекомых. Далее следует увеличение проницаемости перегородок листа, ведущее за собой нехватку поступления воды из стебля и увеличение кутикулярного испарения. Поэтому, в случае слабого окуривания, наблюдается временное увядание растений.

С другой стороны, есть основания утверждать, что незначительные количества синильной кислоты усиливают рост растений. Moore и Willaman нашли, что благодаря некоторому увеличению проницаемости листовых перегородок наблюдается усиленный рост и плодоношение. Clayton нашел, что наибольшее усиление роста наблюдается при концентрациях синильной кислоты, смертельных для насекомых, но еще не повреждающих растений. Gassner (30) использовал этот способ усиления роста растений при помощи повторного действия слабых концентраций синильной кислоты.

[В Испании (по свидетельству Trappmann 30a), окуривание синильной кислотой проводится не столько в целях борьбы с червецами, сколько в целях стимуляции роста. *А. П.*].

23. De Ong, E. R., Journ. Agric. Res., 11, 1917: 421.
24. Weigel, C. A., U. S. Dept. Agric., Dept. Circ., 380, 1926.
25. Quayle, H. J., Calif. Citrograph, 4, 1919: 292.
26. Clayton, E. E., Bot. Gaz., 67, 1919: 483.
27. Woglum, R. S., U. S, Dept. Agric., Bull. 907, 1920.
28. Он же, Dept. Agric., Bull. 90, 1911.
29. Moore, W. and Willaman, J. J., Journ. Agric. Res. 11, 1917: 319.
30. Gassner, G., Ber. d. D. bot. Ges. 43, 1925: 132.
30a. Trappmann, W., Schädlingsbekämpfung, 1927: 134, 208, 215, 306, 340.

Правила применения. На основании данных о ядовитости синильной кислоты для насекомых и растений, можно дать следующие правила успешности окуривания.

1) Необходим правильный расчет концентрации, для чего требуется знать степень чистоты применяемых цианистых солей и объем окуриваемого пространства. Объем теплицы находится простым расчетом, при окуривании в палатках их объем определяют по формулам (28), принимающим палатку за цилиндр, увенчанный полушарием, или по особым таблицам, в которых вычисление ведется из периметра основания палатки и ее высоты (31). Для предупреждения утечки и сохранения необходимой средней концентрации на потребное время, необходимо позаботиться по возможности о газонепроницаемости помещения. Окуривание поэтому удобнее производить в тихую погоду.

2) Окуривать следует ночью для уменьшения возможности ожога, лучше всего через час после захода солнца. В это время можно не опасаться резких изменений температуры, а также вредного влияния сильного солнечного освещения перед окуриванием.

3) Не следует поливать растения двадцать четыре часа перед окуриванием. Излишняя сырость, особенно у корней, способствует ожогу и часть синильной кислоты пропадет зря благодаря растворению в воде.

4) Всегда надо помнить об опасности для людей и животных Синильная кислота опасна тем, что некоторые люди неспособны чувствовать ее характерный миндальный запах и поэтому не замечают ее присутствия. В Германии, где синильная кислота часто применяется для окуривания жилищ, эту опасность устраняют прибавлением к синильной кислоте какого-либо раздражающего или слезоточивого вещества, облегчающего ее распознавание. Для этой цели на рынке появился продукт „Циклон", состоящий из 90 частей „цианоугольного эфира", возможно, $CN . COOCH_3$ (32), и 10 частей хлороугольного эфира (33). Заявляли, что эта смесь может с успехом заменить синильную кислоту. В последнее время появился новый продукт „Циклон Б", представляющий собой инфузорную землю, напитанную синильной кислотой и летучим раздражающим веществом. Herzog (34) показал, что кизельгур поглощает количество жидкой синильной кислоты равное половине собственного веса. Такой продукт сохраняется в запаянных жестянках; при рассыпании по земле он немедленно выделяет синильную кислоту. Staehelin (35) считает, что раздражающее вещество усиливает дыхание насекомых и, тем самым, действие синильной кислоты.

В Соединенных Штатах (36) для окуривания судов принята смесь синильной кислоты и хлорциана. Хлорциан обладает резким запахом и вызывает слезоточение; он вреден и для растений (37).

31. Такие таблицы были, напр., опубликованы American Cyanamid Company применительно к окуриванию цианогазом.

32. Jansen, J. D., Schut, W. and Wagenaar, M., Journ. Soc. Chem. Ind. 41 A 1922: 873.

33. Wagenaar, M., Chem. Centralb., 3, 1923: 580.

34. Herzog, W., Chem. Zeit., 50, 1926: 493.

35. Staehelin, M., Rev. Appl. Entom., 14 A, 1926: 561.

36. U. S. Quarantine Regulations, Public Health Service, Amendment No 6, Jan. 16 1923.

37. Neifert, I. E. and Garrison, G. L., U. S. Dept. Agric., Bull. 893, 1920.

Сероуглерод. До применения синильной кислоты сероуглерод широко употреблялся за границей для истребления насекомых в хлебных элеваторах и складах мануфактуры и в СССР употребляется и до сих пор. Согласно Lodeman (38) его впервые предложил для этой цели L. Dayère в 1858 году.

[Сероуглерод жидкость, легко испаряющаяся в воздухе; кипит при 46° С; 1 объем жидкости дает 375 объемов пара. Пары сероуглерода в 2,63 раза тяжелее воздуха. Проницательная способность их бòльшая, чем у синильной кислоты. Для насыщения 3 *куб. м* воздуха при 20° С требуется 20,1 *кг* жидкого сероуглерода, при 50° — 41,1 *кг*. Сероуглерод действует на жиры в тканях насекомых, растворяя их, далее ведет к коагуляции протеинов и препятствует окислению и другим процессам, важным для жизни насекомых. Отмечен паралич дыхательных движений и остановка пульсаций спинного сосуда у насекомых, отравленных сероуглеродом. *А. П.*].

Он имеет два серьезных недостатка: необходимость повышенной температуры (выше 18—21° С) для испарения (39) и легкую воспламеняемость.

[На практике при окуривании сероуглеродом очень часто исчисление дозы ведут по отношению к кубатуре помещения, в котором производится дезинсекция. На 10 *куб. м* помещения берут от 650—1100 *г* сернистого углерода. Сероуглерод разливается по глиняным чашкам или металлическим противням; так как пары его тяжелее воздуха, то сосуды размещают вверху здания. Зерно окуривается или в мешках, или россыпью, в последнем случае глубина слоя не должна превышать 40 *см*.

Интересные данные по окуриванию зерна в военных складах г. Тифлиса сообщает Архангельский (37а). В процессе проведения опытов и практических мероприятий им было выяснено: 1) в плотно закрытом помещении пары сероуглерода проникают в сплошной слой зерна насыпью на глубину до 2 *м* при расходовании 1,2 *кг* сероуглерода на 10 *куб. м* помещения и продолжительности дезинсекции в 48 часов. Проникали пары также и в зерно, сложенное в

8 мешков высотой; 2) при упомянутых условиях все фазы вредителей погибают полностью (амбарный долгоносик—*Calandra granaria* L., малый хрущак — *Tribolium confusum* Duv., суринамский мукоед — *Silvanus surinamensis* L., рыжий мукоед — *Laemophloeus* sp., клещи—*Tyroglyphus farinae* Koch и сенная вошь — *Troctes* sp.); 3) быстрота проницания сероуглеродом толщи зерна не прослежена, но замечено, что чем больше влажность зерна, тем медленнее идет внедрение.

Весьма велико также значение сероуглерода в борьбе с грызунами (суслики, полевые мыши и т. д.). За последние годы методика применения здесь сероуглерода (способ шариков и помазков) была подробно проверена и проработана Научн.-иссл. лабор. отр. веществ НКЗ (Траут 36b). Способ шариков является наиболее простым и верным на территории нашего Союза. Помощью его ежегодно расходуется 400 — 500 тонн сероуглерода. Заключается этот способ в том, что из самой дешевой ваты или пакли изготовляются шарики такого размера, который способен впитать необходимое для затравливания норы количество сероуглерода (3—4 грамма). Шарики затем, перед опусканием в нору, погружаются в бутылочку с сероуглеродом. При методе помазков та же вата не бросается в нору, а опускается в нее, будучи предварительно навита на палочку.

Близкий к указанному метод распространен также и в Америке, но там необходимое количество сероуглерода отмеряют меркой и выливают на вату, тряпки и т. п., которые затем с помощью щипцов вводятся в норы. Этот способ связан с большими потерями сероуглерода (неизбежными при отмеривании и перемывке) и требует до 20 *г* на нору. Наряду с этим весьма распространен в Америке также и способ зажигания сероуглерода в норах. При этом последнем методе через несколько минут после того, как внесен шарик с сероуглеродом и нора закупорена, через затычку пропускают острый конец 6 футовой трубки, через которую пары сероуглерода быстро устремляются к другому верхнему ее концу, обернутому тряпкой, смоченной нефтью. Тряпка зажигается с помощью факела, происходит взрыв, в итоге которого в норе образуются: CO_2, CO и SO_2, приводящие к гибели не только сусликов, но и паразитирующих на них насекомых (37c).

Сероуглерод употребляется и при вакуум-дезинсекции; во избежание взрывов обычно он вводится в котел вместе с углекислотой. При дезинсекции виноградных саженцев, луковиц и т. п. материала требуется длительность воздействия в 1—2 часа. Сухие клубни и луковицы весьма устойчивы в отношении воздействия сероуглерода и выдерживают концентрацию в 400 *куб. см* на 1 *куб. м* при 90 минут экспозиции (37d) *А. П.*].

Легкая воспламеняемость сероуглерода повела к тому, что в некоторых случаях пожарные правила запрещают его применение [в Америке употребление сероуглерода ведет к аннулированию страхового полиса.] Для замены его предложен четыреххлористый углерод. Подробное исследование различных летучих органических соединений для замены сероуглерода проделали Neifert и Cook с сотр. (40); они предложили смесь 40% уксусноэтилового эфира и 60 объемов четыреххлористого углерода. Однако, ядовитость для насекомых как самого четыреххлористого углерода, так и его смеси с уксусноэтиловым эфиром гораздо ниже, чем ядовитость сероуглерода.

37a. Архангельский, Н. Н., Изв. Сев. Кавк. Краевой Ст. Защ. Раст. 1, 1925: 1.
37b. Траут, И. И. Труды Н. И. Л. О. В. 4, 1928: 25–53.
37c. Dixon, I. Univ. California, Agr. Exp. Station Circ. 181, 1917.
37d. Back and Cotton, Journ. Agric. Res. 31, 1921 (11).
38. Lodeman, E. G., The Spraying of Plants, New York, 1903: 134.
39. Larson, A. O., Journ. Agric. Res., 28, 1924: 347.
40. Neifert, I. E., Cook, F. C., и др., U. S. Dept. Agric., Bull. 1313, 1925.

Хлорпикрин. Это вещество, трихлорнитрометан, CCl_3NO_2, осталось в большом количестве после войны. Оно имеет резкий запах и вызывает слезоточение, не горюче, легко летуче (хотя имеет довольно высокую t° кипения — 112° C) и весьма ядовито для насекомых. К сожалению, весьма неудобно в обращении и причиняет серьезные ожоги листвы (41), вследствие чего неприменимо для фумигации живых растений. [Однако в целях борьбы с филлоксерой, кол радским жуком, проволочником и т. п. вполне возможно инъецировать его в почву без нанесения какого либо вреда растениям. Затем, он с бо̀льшим удобством и безопасностью, чем сероуглерод и HCN, может применяться для фумигации складочных помещений и живых семян. Применение хлорпикрина является делом новым и молодым и пока его предпочитают синильной кислоте преимущественно во Франции. Вопросы применения хлорпикрина за последние годы усиленно прорабатываются, повидимому, отчасти в связи с тем, что он продолжает оставаться боевым газом всех стран мира.

В 1920 г. Neifert (41a) показал, что хлорпикрин обладает бо̀льшей токсичностью по отношению к насекомым, чем синильная кислота. Минимальная смертельная доза для рисового долгоносика (*Calandra oryzae*) равнялась в опытах автора 1% хлорпикрина по объему при температуре 20° C и относительной влажности в 40% при 2-часовом действии. При тех же условиях и в течение того же периода времени минимальная концентрация синильной кислоты должна быть 4%. При длительных экспозициях преимущества хлорпикрина должны, конечно, сказаться еще более резко. В хозяйственных условиях опыты

применения проводили Chapman (41b), Strand (41c) и др. авторы. Chapman применял хлорпикрин путем пульверизирования из опрыскивателя. В одном случае фумигации подверглась комната площадью 24 × 5,8 *м* зараженная огневкой *Plodia interpunctella* Hb. Стены, потолок и пол комнаты были опрысканы хлорпикрином в количестве 32 *г* на 1 *куб. м* помещения; все насекомые погибли. Автор отмечает высокую способность хлорпикрина проникать через материал, в котором находятся насекомые. Так, жуки *Tribolium confusum* были умерщвлены в течение 24 часов в центре мешка, содержащего 98 фунтов муки, внутри деревянного ящика, который был опрыскан хлорпикрином в количестве 32 *г* на куб. метр помещения. Strand вводил хлорпикрин в элеваторы мельниц — в одном случае путем смачивания ваты, положенной в ведерко элеватора; в других случаях путем опрыскивания посредством опрыскивателей внутри элеваторов. Для этого в стенке каждого отсека элеватора было просверлено отверстие, через которое был пропущен наконечник опрыскивателя. Было предложено также приспособление, позволяющее впрыскивать хлорпикрин сразу во все отсеки. Для этой цели все опрыскиватели были соединены общей воздушной трубкой, которая сообщалась с баллоном сжатого воздуха и с манометром. При разливке на вату хлорпикрина было взято 1 *кг* на 225 *куб. м* помещения. При этом через 24 часа погибала целиком мельничная огневка (*Ephestia kühniella*), а малый хрущак (*Tribolium confusum*) погиб лишь в небольшом количестве. При дозировке в 1 *кг* на 50—100 *куб. м* были истреблены и хрущаки.

Методика борьбы хлорпикрином с сусликами была проработана Траутом (41d) с сотрудниками (41e). Дезинсекция жилищ от эктопаразитов (41f) разработал Семикоз с сотрудниками. Последними авторами показано, что 10 *куб. см* хлорпикрина на 1 *куб. м* помещения при экспозиции в 24 часа вполне достаточно для полной гибели мух, клопов, тараканов, блох и мокриц.

Возможность применения хлорпикрина в борьбе с жуком точильщиком (*Anobium striatum*) и молью (*Tineola biselliella*), освещена в работе Петрова, Рейхардт и Исаченко (41g). Авторами отмечено отсутствие вредного влияния хлорпикрина на металлы и ткани при потребных для практики дозировках, а также определены сроки, в которые проницаются различные толщи дерева под атмосферным давлением и в вакууме.

Сравнительные данные скоростей проницания толщи зерна при окуривании сероуглеродом, хлорпикрином, при вариирующих дозировках приводятся в работе Сальдау, Поспелова, Петрова и Исаченко (41h).

Из выводов авторов следует отметить, что хлорпикрин в тех концентрациях, которые определяются его токсичностью (в 8-10 раз большей, чем у сероуглерода), значительно уступает сероуглероду по скорости распространения в толще зерна. При равных, однако, дозировках, судя по скорости наступления гибели насекомых, скорости распространения этих фумигантов уже сравниваются. Не исключена, таким образом, возможность, что в условиях вакуум-дезинсекции фумигацию толщ зерна окажется целесообразно проводить также и хлорпикрином. К сожалению, соответственные опыты пока еще не проведены.

Отметим также, что недавно выполненная работа Петрова и Исаченко (41i) устанавливает возможность и преимущества применения хлорпикрина для целей замаривания шелковичных червей в коконах, что представляет известный практический интерес для шелководства, особенно в советском Азербайджане и Туркестане. Наконец, отметим в заключение целесообразность добавки небольших количеств хлоропикрина (1—2%) к синильной кислоте при фумигации последней — в целях сигнализирования о присутствии газа в воздухе. *А. П.*].

41. Spencer, G. J., Entom Soc. Ontario, 50th Ann. Rpt., 1919: 18.

41a. Neifert, J. and. Garrison, G., U. S. Depart. of Agricult. Bul. 893, 1920.

41b. Chapman, R. and Johnson, A. Journ. Agric. Research 31, 1925 (8).

41c. Strand, A. Journ. Econom. Entomology 19, 1926.

41d. Траут, И. И. Труды Н.И.Л.О.В. 4, 1928: 1-24.

41e. Семикоз, Ф. Ф. Степанов, В. Ф., и Шмидт, Б. Н. Вестник микробиологии и эпидемиологии 6 (1), 1927.

41f. Семикоз, Ф. Ф., Малышева, А. И. и Шерышорин, С. И. Там же.

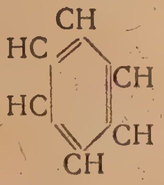
41g. Петров, А. Д., Рейхардт, А. Н. и Исаченко, В. Б. Изв. прикл. энтом. 4 (1) 1929: 131.

41h) Поспелов, В. П., Сальдау, П.Я., А. Д. Петров, В. Б. и Исаченко Изв. Отд. Прикл. Энтомол. 3 (1), 1927: 1-19.

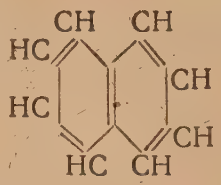
41i) Петров, А. Д. и Исаченко, В. Б. Изв. Г.И.О.А. 1929 (6).

Нафталин. Это вещество выделяется в кристаллах из некоторых фракций каменноугольной смолы. Имеется в продаже различной степени чистоты, в зависимости от полноты отделения маточного раствора и других примесей. Низший сорт, неотжатый нафталин, содержит большое количество маточного раствора, заключающего много фенолов. Часть маточного раствора может быть удалена просто при стекании на сетках, полнее — центрофугированием или горячим прессованием („прессованный нафталин"). Лучший продажный сорт „белый нафталин в листочках" получается возгонкой пресованного. Чистый нафталин является белым кристаллическим веществом, характерно пахнущим и легко летучим даже при обыкновенной темпе-

ратуре. С химической точки зрения он близок к бензолу, что видно из следующих формул строения:



Бензол



Нафталин

Инсектисидные свойства нафталина давно известны, и он употребляется против моли и т. п. насекомых в домашнем хозяйстве и в музеях.

Делалось много попыток применить нафталин для окуривания теплиц, но оказалось, что лишь в редких случаях нафталин может заменить синильную кислоту. Lloyd (41) испытывал его действие на тепличную алойродиду (*Trialeurodes vaporarium* West.), часто серьезно поражающую огурцы и томаты. По его данным действие нафталина следует скорее приписать присутствию в нем фенолов, так как худшие сорта оказались более действительными. Speyer (43) нашел, что нафталин может быть применен для истребления красного клещика (*Tetranychus telarius* L.), трудно уничтожаемого другими летучими ядами. По его данным клещик убивается при темп. выше 24° С действием паров нафталина в течение 40 часов; лучшим сортом является белый нафталин в листочках, проходящий через сито с 6 ячеями на *см*². Присутствие более тонкого порошка нежелательно. В противоположность данным Lloyd'a, Speyer нашел, что присутствие фенолов не усиливает ядовитость нафталина против красного клещика и является нежелательным (44), ввиду случающихся сильных ожогов. При некоторых условиях пары нафталина серьезно обжигают огурцы, чего можно избежать достаточной влажностью в теплице. Повидимому, пары нафталина проникают в растение через устьица. Так как нафталин в воде нерастворим, то поглощение его уменьшается, если растения выделяют, а не впитывают влагу. Speyer нашел, что окуривание нафталином не действует на цветы, но что плоды огурцов и томатов в некоторой степени поглощают его пары. К счастию, неприятный вкус исчезает, если такие плоды разложить на чистом воздухе.

[Для аналогичных целей в Германии вместо нафталина был предложен действующий лучше его гексахлорэтан — C_2Cl_6 (44a). Этим препаратом пересыпаются платья и шубы или его ставят в маленьких баночках по шкафам. *А. П.*].

42. Lloyd, L., Ann. Appl. Biol., 9, 1922: 1.
43. Speyer, E. R. Cheshunt Exp. Sta., 9th Ann. Rpt., 1923: 69.
44. Он же, ibidem, 10th Ann. Rpt., 1924: 82.
44a. Deutsches Desinfektionsdienst. Berlin Lichterfelde.

Тетрахлорэтан. Эта жидкость нашла себе применение в некоторых специальных случаях фумигации для борьбы с алейродидами Она употребляется в технике как невоспламеняющийся растворитель для жиров. Состав ее выражается формулой $C_2H_2Cl_4$, и получается она из этана заменой четырех атомов водорода хлором. Lloyd (42) нашел, что тетрахлорэтан несомненно ядовит для взрослого насекомого. Личинок он убивает, растворяя, повидимому, их восковой покров. Большое количество взрослых погибло при выхождении из под воскового покрова. Тетрахлорэтан не может быть применяем в присутствии многих растений. Speyer (45) нашел замечательную разницу в его действии даже на различные сорта одного и того же вида декоративных растений. В случае хризантем можно было даже определять сорт по характеру ожога листьев парами тетрахлорэтана.

45. Speyer E. R., Cheshunt Expt. Sta., 11th Ann. Rpt. 1925: 89.

Никотин Одно время в Великобритании никотин был общеупотребительным средством для окуривания теплиц. Табак или никотиновый экстракт, смешанный с каким либо медленно горящим материалом, сжигали на железной плите маленькой чугунки. Никотин выделялся в воздухе в виде пара и действовал так же, как его пыль или раствор, нанесенные непосредственно на листья.

[Окуривание никотином весьма распространено также и в Германии. Применяют или табачную пыль (2 *г* на 1 *куб. м*) или экстракт (5 *куб. см* 3% экстракта или 0,1 *г* чистого никотина на 1 *куб. м*). Так как никотин в экстракте связан с яблочной кислотой, то для ее нейтрализации берут дополнительно 2 *г* соды на 1 *г* никотина. Для обращения никотина в парообразное состояние существуют особые аппараты. При использовании этих аппаратов жаровни обычно располагают за стеной теплицы, а пары яда по трубке подаются внутрь последней. Имеются в продаже также дымовые свечи (Parasitölräucherkerzen. — Schlacht, Braunschweig) и дымовые лампы (C. Beyrout, Berlin-Marienfelde). В Америке проводились опыты по окуриванию никотином также и на открытом воздухе (в плодовых садах). При хорошей погоде для этого требовалось 40 *кг* табачных отбросов на акр. Практический опыт в этом последнем направлении, однако, еще недостаточен, и пока трудно судить, насколько здесь этот метод применим. *А. П.*].

[**Пиретрум.** Также рекомендуется в Германии для окуривания оранжерей; 2-4 *г* на 1 *куб. м* пространства. *А. П.*].

Сера. Мы уже упоминали (стр. 71) о применении серного цвета. Эти способы не могут быть названы фумигацией в строгом смысле слова, хотя и сходны с ним по технике выполнения.

Остается вкратце разобрать такие окуривающие средства, которые, вследствие сильного поражения листвы, могут быть применены в отсутствии растений (для окуривания жилых помещений, пустых теплиц и т. д.).

Сернистый газ. Сернистый газ обычно получают сжиганием серы. Так как при горении сера соединяется с кислородом воздуха, то в определенном объеме его можно сжечь ограниченное количество серы. Поэтому иногда употребляют специально приготовленные серные свечи, содержащие вместе с серой богатые кислородом вещества, как бертолетова соль. Может быть применен для окуривания и сжиженный сернистый газ. Сернистый газ весьма ядовит для растений и, хотя он не воспламеняется, сильно пахнет и легко получается, все же является вопросом, удержится ли применение при введении более удобной синильной кислоты.

Формальдегид. Это вещество широко употребляется для дезинфекции домов ввиду его сильных бактерицидных свойств. Он может оказаться хорошим фумигантом для истребления грибков и бактерий в теплицах.

Муравьиный альдегид (формальдегид CH_2O) при обыкновенной температуре газообразен и обладает резким запахом. Продается ввиде 40% водного раствора под названием „формалин“. При некоторых определенных условиях формальдегид превращается в белое твердое, кристаллическое вещество—параформальдегид $(CH_2O)_n$, полисоединение неопределенного молекулярного веса, часто образующееся в старых растворах формалина. Для избежания этой полимеризации к продажному формалину прибавляют немного метилового спирта.

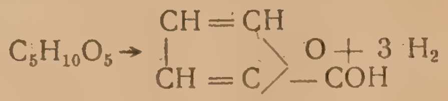
Для дезинфекции помещений формальдегид может быть использован различными способами (46): опрыскиванием стен его раствором; смешением формалина с марганцовокислым калием, при чем протекает с большим выделением тепла реакция окисления части формальдегида в муравьиную кислоту, а другая часть испаряется; наконец, испарением твердого параформальдегида на подходящем очаге.

Формальдегид широко применяется для протравливания семян; в соответственной главе разбирается его действие на организм.

46. Rideal, S. and Rideal, E. K., Chemical Desinfection and Sterilisation, London, 1921.

[**Фурфурол** недавно предложен для тех же целей, что и формальдегид — для дезинфекции помещений и протравливания зерна.

Это приятно пахнущая маслянистая жидкость с т. к. 161° и уд. в. 1,13. По химической природе он представляет собою альдегид и образуется при действии слабой серной кислоты на пентозы (арабинозу, ксилозу), при чем происходит отщепление воды:



Как дезинфицирующее средство, его рекомендуют применять в растворе казеина (47). Для протравливания семян применяют водные растворы различной крепости, при чем в 0,50—0,1% раствор фурфурола погружают зерна пшеницы на 1—3 часа, а в 7% раствор на 5 минут. Всхожесть не понижается. Перед формальдегидом фурфурол имеет преимущество в меньшей летучести и в более скором действии, притом в меньших концентрациях (48). Предложен фурфурол в смеси с продуктами гидрирования фенолов и как инсектисид (49), а отдельно — как переносчик контактных ядов (никотина и пиретрума), облегчающий проницаемость яда в трахеи и тело насекомых (50). Токсические достоинства фурфурола стали известными совсем недавно, данные о возможности его применения фигурируют пока главным образом в патентной литературе, тем не менее наличие в настоящее время на рынке значительных количеств дешевого фурфурола заставляет отнестись к этому препарату с известным вниманием. *А. П.*].

47. Chem. Zbl. (1924) 1: 1974.
48. Chem. Zbl. (1926) 1: 475.
49. D. R. P. 406: 838.
50. Chem. Zbl. (1927) 2: 2097.

ГЛАВА XI

Обезвреживание семян.

Для вредителя необходимо, чтобы обеспечить сохранение вида во время отсутствия или недеятельного состояния своего хозяина, или и самому перейти в состояние покоя, или найти промежуточного хозяина, чтобы, пребывая на нем, дождаться возможности возвращения на своего настоящего хозяина.

Такого рода состояние покоя и последующее возвращение на хозяина обеспечивается, если вредитель обосновывается или на поверхности или внутри семени своего растения-хозяина, или, что принципиально то же самое, внутри плода, клубня, корневища, одним словом всего, что может быть посеяно или посажено человеком для обеспечения будущего урожая. В этом периоде семя и подвергается различным методам обработки для уничтожения вредителя.

Эти методы разделяются на три группы: механические, химические и физические.

Механические методы. Эти методы применимы только в тех случаях, когда пребывающий в состоянии покоя вредитель вызывает ненормальности в размере, весе или внешности зерна, благодаря которым возможно отделить зерно здоровое от зараженного. В эту рубрику приходится включать внимательный осмотр образчиков зерна с целью устранения тех из них, которые содержат чересчур большую примесь сорняков. Тщательное удаление семян сорняков и очистка зерна обеспечиваются в Англии „законом о семенах“ 1920 года, который предписывает торговцам семенами опубликовывать степень чистоты и процент всхожести определенных сортов семян.

Предметом частых сомнений является присутствие в семенах мотыльковых растений семян паразитического растения — повилики (*Cuscuta* spp.). Грохотание и отсеивание не всегда обеспечивают отделение этих семян, а поэтому был сделан для этой цели ряд

остроумных предложений. Машина Dossier имеет бархатные прокладки, используя шереховатость оболочки повилики.

Недавно Foy (1) применил магнитное разделение преимущественно для мелкосемянной повилики (*Cuscuta trifolii* Bab.), примешанной к белому клеверу. К очищаемым семенам примешивается чувствительный к магниту порошок, покрывающий семена повилики благодаря их шероховатости; после этого они удерживаются магнитом. Очищенное, таким образом, семя клевера пропускается затем через шлифовальное приспособление.

Интересное приспособление, изобретенное Degen, приводится в работе Saunders (2): здесь используется различная эластичность семенных оболочек повилики и клевера. Если повилику и клевер сбрасывать с высоты приблизительно в 450 *мм* в плоский сосуд, то семена клевера выскакивают из этого сосуда, а семена повилики, будучи менее эластичными, остаются в нем.

Предложено много методов для отделения зараженного семени. Так, например, антракноз бобов (*Colletotrichum Lindemuthianum* Briosiet Cav.) выявляется в виде желтовато-черных пятен, хорошо заметных на светлых разновидностях бобов, но труднее обнаруживаемых на темных сортах.

Henning (3) предлагает интересный способ механического отделения головни ячменя (*Ustilago nuda* Keller et Sw.). У двухрядного ячменя (*Hordeum distichum nutans*) при оплодотворении открываются обычно только цветы на вершине и у основания колоса. Заражение происходит в этом периоде, а закрытые клейстогамные цветки в середине колоса могут остаться нетронутыми. Обычно цветы на вершине и у основания колоса дают зерна более мелкие; в виду этого Henning сделал вполне основательное предположение, что мелкое зерно подверглось большей инфекции, чем более крупное из середины колоса. Он обнаружил, что зерно 2,0 — 2,05 *мм* длиною производит 3,2 — 4,6% больных растений, а зерно длиною 2,75 — 3 *мм* всего 0,1 — 1%. Приспособления, удаляющие более мелкое зерно, дали частичные результаты и по отношению к полосатой болезни ячменя (*Helminthosporium gramineum* Rabh.), и есть указание на то, что мелкозернистый овес легче подвергается заражению ржавчиной (*Puccinia graminis* Pers.).

При болезни пшеницы, причиняемой нематодой (*Tylenchus tritici* Bauer) нормальное зерно пшеницы заменяется особым галлом цветоложа, внутри которого находятся многочисленные личинки червя. Эти галлы среди обмолоченного зерна имеют вид темных твердых и гладких образований, в общем похожих на нормальные зерна. Они чрезвычайно устойчивы против химических и физических воздей-

ствий, но к счастью обладают меньшим удельным весом, чем нормальные зерна. Поэтому представляется возможным удалить их отмучиванием. Зараженное зерно погружается в 20% раствор обыкновенной соли, галлы всплывают на поверхность и могут быть сняты. Хорошее зерно отмывается в чистой воде и обычно высушивается. Чтобы избегнуть неблагоприятных последствий при проростании зерна Leukel (4) рекомендует засевать зерно немедленно после промывки. [Подобный же способ предложил Пушкарев (4а) для сортировки гороха, пораженного горохвоой зерновкой (*Bruchus pisi* L), он предложил крепкие растворы селитры, разной концентрации в зависимости от сорта гороха. *И. Ф.*]. [Раствор соли крепости в 32% применяется также для очистки зерна ржи от спорыньи. *А. Я.*].

В других случаях зерно может пережить болезнетворный организм или животного вредителя, которым оно заражено. При этих обстоятельствах хранение зерна на складах в течении достаточного промежутка времени, так называемое „возмужание“ зерна, может явиться успешною мерою борьбы. При появлении пятнистости листьев или гнили сельдерея (*Septoria apii* Chester), рекомендуется пускать в дело лишь хорошо всхожие семена, пролежавшие три года. Равным образом Gardner и Kendrick (6) установили, что лишь при употреблении семян кормового гороха, пролежавших от двух до трех лет, можно бороться с первичным заражением (т. е. заражением от семян) бактериальной пятнистой болезнью (*Bacterium viridifaciens* Tisd. Will).

[Заслуживает внимания тот факт, что грибница, находящаяся в семенах, повидимому менее долговечна, чем сами семена, и теряет через некоторое время способность заражать ростки. Имеются, например, указания, что семена ячменя и льна, пролежавшие более года и явно зараженные грибницей головни и антракноза, дают при посеве совершенно здоровые растения. К числу механических мер следует отнести промывку в текучей воде семян пшеницы, сильно зараженных мокрой головней. В тех случаях, когда заражение превышает 20% и когда к зерну примешано много мешечков (зерен, заполненных головневыми спорами), протравливание мокрыми или сухими: протравителями недостаточно необходимо прибегнуть к предварительному промыванию в воде для удаления мешочков и избытка спор головни, после чего можно приступить к протравливанию. *А. Я.*].

Во многих случаях встряхивание семян вместе с безразличными веществами, как мелкий песок, зола, инфузорная земля, механически очищает их поверхность от приставших спор грибков, например

головни, значительно уменьшая степень заражения. За последнее время в Северной Америке против распространения спорыньи и фузариоза (пьяного хлеба) стали широко применяться особого типа сортировки, которые совершенно освобождают зерно как от рожков, даже мелких и, как известно, наиболее ядовитых, так и от пораженных фузариозом семян. *А. Я.*].

1. Foy, N. R., New Zealand Journ. Agric., **29**, 1924: 44.
2. Saunders, C. B., Journ. Min. Agric., **28**, 1921: 551.
3. Henning, E., K. Landtb. Akad. Handl. och Tidskr., **50**, 1916: 282.
4. Leukel, R. W., Journ. Agric. Res., **27**, 1924: 925.
4a. Пушкарев, Н. И. Ростовская Оп. Ст. Бюлл. 122, 1919.
5. Min. Agric. and. Fish., Leaflet 238. Re-written 1917.
6. Gardner, M. W., and Kendrick, J. B., Journ. Agric. Res., **31**, 1925: 841.

Химические методы. В этом разделе будут рассмотрены способы обработки семян при помощи химических веществ, достаточно ядовитых, чтобы уничтожить вредителя или задержать его развитие, не нанося в то же время ущерба всхожести зерна и росту растения.

Прополаскивание зерна в вине или в моче было в употреблении с давних времен и имело целью уничтожить присутствующих в нем насекомых. В Англии в семнадцатом столетии для борьбы с головней пшеницы употреблялся способ „засаливания“ семенного зерна. Tull (7) в 1733 году рассказывает, что семьдесят лет тому назад судно, наполненное зерном, пристало к берегу около Бристоля. Зерно было слишком сильно подмочено соленой водой, чтобы быть годным для употребления в пищу, но живущие по близости фермеры пустили его в качестве семян. Было замечено, что поля, засеянные им, были свободны от головни, в то время как поля, засеянные обычным зерном, были сильно заражены. Уже в 1733 году было замечено, что хлористый натрий не является радикальным средством от болезни: тот же Tull подозревает, что вымокшее в Бристоле зерно, будучи „иноземным“, „могло быть вообще свободным от заразы“ и не дать „головни в следующем году, даже не будучи вымочено в морской воде“. Следующий шаг развития химической обработки зерна сделан был в 1761 году, когда Schulthuss (8) предложил заменить соль медным купоросом.

Научные обоснования химической дезинфекции зерна были даны Prévost (9), который в 1807 году открыл природу головни и применял против нее с успехом медный купорос. Он наблюдал прорастание спор головни в воде и отсутствие роста при наличии следов купороса.

С этого времени можно считать общепризнанным исключительное значение химической обработки семян, как меры борьбы против

болезни растений, возбудитель которой находится на наружной поверхности семян; таких возбудителей немного, но они имеют первостепенное значение, так как весьма часто поражают культурные злаки.

Продолжая наше историческое обозрение, мы отметим, что работы Prévost повторил и расширил Kühn (10), который в 1859 году своими углубленными опытами подтвердил значение обработки семян хлебных злаков при помощи медного купороса.

Интересное видоизменение применения медного купороса ввел в 1873 г. Dreisch (11); он предложил погружать зерно после обработки медным купоросом на 5 минут в известковое молоко. Каковы были причины, побудившие его предложить это нововведение, остается неизвестным, но Tull указывает, что в древние времена практиковалась засыпка слоем негашеной извести кучи „засаливаемого" зерна. Дело здесь повидимому заключается в том, чтобы ускорить высушивание зерна, хотя Tull и утверждает, что известь способствует закреплению соли на поверхности зерен и „препятствует ей испаряться в воздух". Возможно, однако, что благоприятные результаты обработки заключаются в меньшем торможении прорастания зерна и в уменьшенной опасности вторичного заражения; к обоим этим явлениям нам придется еще вернуться.

С 1860 по 1895 год продолжались поиски веществ, которые могли бы заменить собою медный купорос, действие которого на зерно оказалось не безразличным. Hollrung (11) дает детальный обзор этого периода исканий. Наибольшие надежды из перепробованных веществ подавала салициловая кислота, которую предложил Schröder в 1892 году, но она к сожалению далеко не дешева. Kellermann и Swingle предложили в 1891 г. в качестве удовлетворительного дезинфектора серную печень (полисульфид калия). Это вещество интересно еще в том отношении, что оно составляет активную составную часть порошка „Ceres", фунгисида, который выпустил на рынок Jensen, автор метода обработки зерна горячею водою (см. раздел физических методов).

В 1890 г. Bolley (12) предложил новый способ борьбы с заболеванием картофеля, известным под названием картофельной парши, возбудитель которой гнездится в шелухе клубней; он предложил окунать семенной картофель в раствор сулемы.

В 1895 году Geuther (13) впервые предложил формалин (формальдегид) для дезинфекции семян хлебных злаков. С тех пор формальдегид сделался самым широко распространенным дезинфекционным веществом, и популярность его поколебалась лишь в самые последние годы после введения метода сухой обработки зерна путем

опыливания углекислою медью или органическими веществами, содержащими ртуть.

7. Tull, f., The Horse-hoing Husbandry, London, 1733: 66.
8. Schulthuss. H. H., Abhandl. d. natur. Ges. Zürich 1, 1761: 497.
9. Prévost B. Mémoire sur la cause immédiate de la Carie ou Charbon des Blés Montauban, 1807.
10. Kühn, J., Die Krankheiten der Kulturgewächse, ihre Ursachen und ihre Verhütung, Berlin 1859: 88.
11. Hollrung M., Landw. Jahrb., 26, 1897: 145.
12. Bolley H. L., North Dakota Agric. Expt. Sta., Bull. 4, 1891.
13. Geuther J. Рефер. Bied. Centralb., 25, 1896: 279.

Методы химической обработки семян. Старый способ обработки медным купоросом требовал полного погружения зерна в раствор. Такой способ, особенно с последующим погружением в известковое молоко, был слишком громоздок для среднего хозяйства. Он требовал специальных чанов и приспособлений для вынимания мешков с зерном. Зерно впитывало в себя большое количество воды и поэтому медленно высыхало. В виду таких обстоятельств появилась опасность вторичного заражения зерна. Возможно, что именно в этом случае, т. е. при обработке медным купоросом, дополнительная обработка известковой водой имеет особенное значение: как мы видели во главе о Бордосской смеси, здесь образуются нерастворимые соединения меди, которые, в виду их фунгисидных свойств, предохраняют зерно от заражения как до, так на первое время и после посева.

При введении в употребление формальдегида удалось вернуться к старому способу, применявшемуся при „засаливании“ зерна, именно к обрызгиванию кучи зерна раствором этого фунгисида. Куча перебиралась лопатою, пока не смокало все зерно, после чего оно раскладывалось тонким слоем для высушивания. Этот метод обладает преимуществами большой простоты и не требует никакой аппаратуры (за исключением стерильного пола, по которому разбрасывается зерно); в виду того, что вводимое количество воды не велико, просушка не берет много времени.

Еще более просты методы опыливания, к тому же они имеют еще другие преимущества. Порошки приобретаются в готовом виде и нет надобности приготовлять раствор. Так как здесь исключается применение воды, то выгадывается время, необходимое для просушки, и не требуется также специальных приспособлений для разбрасывания скученного зерна. Далее, отсрочка посева после обработки не может снизить ее результаты. В виду нелетучести токсичного начала не приходится опасаться вторичного заражения. Требуется, однако обеспечить равномерное распределение яда по поверхности зерна

Последнее требование обеспечивается применением вращающегося барабана, который имеет еще то преимущество, что рабочие не подвергаются опасности от действия мелкой пыли. [Наконец, имеется возможность и еще упростить процесс, смешивая зерно с порошком в сеялке непосредственно перед посевом; необходимо лишь обеспечить полное перемешивание: благодаря этому операция протравливания сливается с операцией посева, и без того неизбежной, чем достигается значительная экономия времени и труда. *А. Я.*].

Соединения меди. Медный купорос. Медный купорос употреблялся старыми практиками в виде раствора, с полным погружением семян. Prévost применял трехчасовое погружение в $^{2}/_{3}$% растворе с последующей отмывкой семян чистой водой. Kühn после критической проверки этой дозировки предложил погружение на 12—16 часов в $^{1}/_{2}$% раствор. Чтобы съэкономить затрату труда, стали чаще употреблять, по крайней мере в Англии, обработку зерна в кучах (14) с растворами в 1—10%, при расходе жидкости в размере одного литра на куль пшеницы. Такую же обработку в кучах применял Quanjer (15) в Голландии.

Помимо некоторого повреждения зерна, было установлено, что действие медного купороса не вполне радикально, и полное обеззараживание зерна не всегда было достигнуто. Действие медного купороса на споры грибка изучил Hecke (16), который высказал предположение, что медь поглощается оболочкою споры. Медь препятствует прорастанию споры, но если растворить медь слабой кислотой, то спора может прорасти. Если таким образом действие медного купороса ограничивается задержкою в прорастании грибной споры, то наблюдающийся иногда недостаточный эффект после применения медного купороса может быть объяснен действием почвенных условий после посева. Это действие может объяснить также прекрасные результаты, получающиеся после последующей обработки семян известковым молоком или раствором соды (11). Слабо растворимый осадок меди предохраняет поглощенную медь от растворения в почве, пока посев не подрастет настолько, что заражение становится более невозможным.

Более основательное объяснение неудач, случающихся при применении медного купороса, дал Herzberg (17), показавший важное значение температуры. Он считает, что, чем температура ближе к оптимальной для прорастания спор грибка, тем более слабым раствором яда может быть убита спора. Эту теорию он подтвердил опытом; далее он показал, что токсическое действие сильных растворов медного купороса (4—8%) в смысле убивания споры слабее, чем слабых растворов в 0,1—0,25%. Этот интересный результат он опять-таки объясняет задержкой в прорастании споры, вызванной сильным

плазмолитическим действием концентрированного раствора купороса С этой точки зрения, для того, чтобы обеспечить наибольшее токсическое действие меди, необходимо, чтобы спора находилась в условиях, наиболее благоприятных для ее прорастания. Таким образом, дезинфекция семян при недостаточном надзоре за температурою и концентрацией яда может дать не вполне надежные результаты, что мы и наблюдаем при обработке хлебных злаков медным купоросом.

Медный купорос признан неудовлетворительным исключительно вследствие того, что он вредит зерну. Сейчас можно считать общепризнанным, что обработка зерна медным купоросом понижает процент всхожести, и уже много потрачено усилий для того, чтобы установить причину или причины этого явления. Kühn (10) замечает, что всего более подвержено этому зерно незрелое или поврежденное. Развивая этот взгляд, Nobbe (18) установил, что зерно, обмолоченное машинами, более чувствительно к обработке медным купоросом, чем обмолоченное в ручную; причину этого он видит в том, что при машинной молотьбе больше страдает оболочка зерна Работы Brown (19) о проницаемости оболочек зерна подтверждают взгляд Nobbe. Braun установил, что неповрежденная оболочка зерен ячменя, пропуская воду внутрь зерна, задерживает соли, например, медный купорос. Таким образом, если оболочка не повреждена, то медь не может просочиться к зародышу и не оказывает влияния на прорастание. Медь, оставшаяся снаружи, может конечно тормозить дальнейший рост молодого растения, но лишь после того как полупроницаемая оболочка зерна даст трещину. Впоследствии было доказано, что зерна пшеницы и других хлебных злаков обладают подобными же полупроницаемыми оболочками. Wallden (20) обнаружил удовлетворительную корреляцию между понижением всхожести семян после обработки медным купоросом и степенью механической поврежденности их; последнюю он определял путем окрашивания эозином.

Степень повреждений, претерпеваемых зерном при машинной молотьбе, обусловливается многими причинами; одной из них является например, форма зерен. Может быть именно по этой причине практики не рекомендуют применение медного купороса для других злаков, кроме пшеницы. Freeman и Stakman (21) не советуют обрабатывать купоросом овес. Howitt и Stone (22), предлагают применять медный купорос только для пшеницы. Hurd (23) сообщает о серьезном ухудшении всхожести некоторых сортов ячменя после применения купороса и объясняет это повреждением полупроницаемой оболочки, происходящим вследствие отделения зерна от колоса. Зерна ячменя, не отделенные от частей колоса, остаются целыми.

С другой стороны, механические повреждения оболочки зерна зависят от условий погоды во время созревания зерна и хлебосбора; далее от большей или меньшей твердости зерна и от рода барабана, употребляемого в молотилке. В виду всех этих обстоятельств не приходится удивляться, что сведения о размерах повреждений были очень противоречивы.

Braun (24) недавно предложил предварительное промачивание зерна для увеличения всхожести, после обработки медным купоросом. Он погружал до обработки зерно в воду на десять минут, после чего разбрасывал его и покрывал мокрыми мешками на шесть часов. Этими мерами вред значительно снизился, так как после пропитывания зерновых клеток водой, концентрация раствора медных солей внутри зерна держалась ниже опасного предела. Далее он утверждает, что зерно после предварительного промачивания поглощает меньшее количество меди. Однако, метод этот, вероятно, не получит широкого распространения, благодаря своей громоздкости.

14. Salmon, E. S., and Wormald, H., Journ. Min. Agric. **27**, 1921: 1013.
15. Riehm, E., Centralbl. f. Bakt., (II), **51**, 1920: 449.
16. Hecke, L., Zeitschr. f. Versuchs. in Oester., **5**, 1902: 933.
17. Herzberg, P., Bied. Centralb., **25**, 1896: 523.
18. Nobbe, F., Landw. Vers. Sta., **15**, 1872: 252.
19. Brown, A. J., Ann. Bot., **21**, 1907: 79.
20. Walldén, J. N., Sveriges Utsädesf. Tidskr., **26**, 1916: 24.
21. Freeman, E. M. and Stakman, E. C., Minnesota Agric. Expt. Sta., Bull., 122, 1911.
22. Howitt, J. E. and Stone, R. E., Ontario Dept. Agric., Bull. 239, 1915.
23. Hurd, A. M., Journ. Agric. Res., **21**, 1921: 99.
24. Braun, H., ibid. **19**, 1920: 363.

Сухое протравливание медными препаратами впервые применил Darnell Smith; он употреблял углекислую медь против мокрой головни пшеницы (*Tilletia tritici* W. и *T. levis* K.). Его метод был применен с большим успехом в разных странах. В Соединенных Штатах в 1925 году десять процентов всей площади пшеницы (14 миллионов *га*) было засеяно зерном, обработанным углекислой медью; прибыль от этих мероприятий исчисляется в 5 миллионов бушелей (26).

Этот поразительный успех ограничивается, повидимому, борьбой с твердой головней пшеницы. Tisdale с сотрудниками (27) нашел, что метод этот для борьбы с головней овса (*Ustilago avenae* (Pers.) Jens.) и с головней ячменя (*U. hordei* (Pers.) K. et S.) имеет меньший успех. Heald с сотрудниками (28) сообщает, что углекислая медь может быть применена с равным успехом как против твердой головни пшеницы, так и против головни овса (*U. levis* (K. et S.) Magn.);

при этом действие этого вещества на бесшелуховые сорта овса много сильнее, чем на обыкновенные [1]).

[Новые достижения, преимущественно в области применения сухих протравителей, открывают широкие горизонты в смысле замены формалина в тех случаях, когда имеются опасения о вредном его влиянии на всхожесть. Однако, надо иметь в виду, что формалин и поныне является незаменимым для протравливания овса от обоих видов головни, поражающих его (*Ustilago avenae* J. и *Ust. levis* Magnus), в силу биологических особенностей этих видов, о которых упоминается дальше (стр. 233). *А. Я.*]

До настоящего времени точный химический состав углекислых солей меди, применяемых в качестве семенных фунгисидов, разработан недостаточно. Как упоминалось уже выше наиболее чистые препараты, предлагаемые в торговле, по своему составу приближаются к малахиту: $Cu(OH)_2CuCO_3$. Со скидкой на нечистоту это соединение приближается к составу, предложенному Mackie и Briggs (29) в качестве наиболее действительного медного опылителя. Если же углекислые соли меди приготовляются взаимодействием медного купороса и углекислого натрия, то, как говорит Ramsay (30), становятся на очередь те же вопросы, которые подымались по поводу бургундской смеси (стр. 114); в таком случае можно утверждать, что опылитель будет содержать, кроме основных углекислых солей меди также и основные сернокислые соли.

Кроме углекислых солей меди, во многих случаях с успехом применялись и другие медь содержащие опылители. Mackie и Briggs применяли смесь безводного медного купороса и углекислого кальция; Kelsall употреблял с частичным успехом против *U. levis* бесшелуховых овсов безводный купорос в смеси с разными нейтральными ингредиентами, как то гашеной известью, гипсом, тальком или углекислым кальцием. Fraser и Simmons (32) нашли, что чистый медный купорос дает результаты лучшие, чем смеси, содержащие купорос безводный. Sampson и Daies (33) добились недавно прекрасных результатов, применяя безводный медный купорос [2]).

---

[1]) Бесшелуховыми сортами овса называются сорта, в которых оболочка легко отстает от зерна и целиком удаляется при молотьбе.

[2]) Возникает не мало недоразумений от различного понимания термина „безводный медный купорос". Медный купорос, обычная кристаллическая медная соль серной кислоты, имеет 5 кристаллизационных молекул воды; кроме нее известны сернокислые соли трехводные, одноводные и безводные. Из способа приготовления, употреблявшегося Sampson и Davies для получения их „безводного" купороса, представляется вероятным, что речь идет о купоросе одноводном: $CuSO_4H_2O$; они получали его, нагревая обыкновенный пятиводный купорос до 100°. Безводный купорос получается лишь при температуре в 240° C. Материал, применявшийся Mackie и Briggs, а также Kelsall, был, вероятно, тоже моногидратом.

Kelsall доказал, однако, что разбавление медь содержащих веществ нейтральными материалами, кроме безводного купороса с тальком, нерационально; Mackie и Briggs нашли тоже, что разбавленные углекислые соли меди действуют слабее. Возможно, что такую роль играет нейтральная примесь и при употреблении для целей дезинфекции бордосской или бургундской смеси. Эти вещества, незаменимые при опрыскивании листьев, оказываются гораздо менее действительными в качестве фунгисидов для семян; это касается, например, бордосского порошка, по указанию Kelsall, Sampson и Davies.

До сих пор не поступало жалоб на понижение всхожести семян после обработки углекислыми солями меди. В некоторых случаях отмечается улучшение всхожести и энергии прорастания зерна. Heald, Zundel и Boyle (28) указывают, что по отношению к пшенице обработка углекислою медью имеет, наоборот, возбуждающее влияние как в смысле всхожести, так и для роста. Morettini (36), сравнивая рост пшеницы, обработанной углекислою медью, и пшеницы, нетронутой грибком и не подвергавшейся обработке, нашел, что в первом случае всхожесть была лучше, а полученный урожай выше. Повышение урожая он объясняет исключительно предохранительным действием углекислой меди от заражения грибными заболеваниями из почвы после высева; он не отрицает, однако, возможности и непосредственного стимулирующего эффекта. Sampson и Davies в своих предварительных опытах не имели под руками сортов пшеницы, свободных от грибка; они объясняют стимулирующий эффект исключительно уничтожением грибка после химической обработки.

[Сухие медные соли в качестве протравителей от головни хлебных злаков пользуются у нас довольно широким распространением. Применяется безводный медный купорос, углекислая медь, также пригодная для протравливания семян льна от антракноза и фузариоза, малахит и препарат углекислой меди, изготовленный Борггардтом. Непременным условием пригодности медных солей в качестве сухих протравителей является их размельченность. *А. Я.*].

Сера. В связи с употреблением фунгисидов, применяемых для опрыскивания листьев, был поднят вопрос о действии серы при обработке семян. Применение серы в этом отношении ограничивается полисульфидами калия, которые рекомендовали Kellermann и Swingle (34) и порошком „Ceres“ Jensen'a. Mackie (35) предлагает серную известь против головни пшеницы и ячменя; в 1923 году, в связи с работами Briggs (29), он нашел, что серный цвет, употребляемый в качестве опылителя, снижал инфекцию мокрой головней

Наконец, Kelsall (31) и Fraser и Simmonds (32) с успехом применяли и измельченную серу.

25. Darnell Smith, G. P., Agric. Gaz. N. S. Wales, 28. 1917: 185.
26. U. S. Dept. Agric., Bureau of Plant Industry. Report ending June 30 IV, 1926.
27. Tisdale, W. H., Taylor, J. W., Leukel, R. W. and Griffiths, M. A., Phytopath., 15, 1925: 651.
28. Heald, F. D., Zundel, G. L. and Boyle, L. W. Ibid., 13, 1923: 169.
29. Mackie, W. W. and Briggs, F. N., California Agric. Expt. Sta., Bull. 364, 1923: 533.
30. Ramsay, A. A., Agric. Gaz. N. S. Wales 36, 1925: 482.
31. Kelsall, A., Sci. Agric., 3, 1923: 303.
32. Fraser, W. P. and Simmonds, P. M. Ibid., 3, 1923: 297.
33. Sampson, K. and Davis, D. W., Welsh Journ. Agric. 2, 1926: 188.
34. Kellermann, W. A. and Swingle, W. T., Kansas Agric. Expt. Sta., Bull. 12, 1890: 27.
35. Mackie, W. W., Science n. s. 48, 1918: 515.
36. Morettini, A. Рефер. Rev. Appl. Mycol.. 2, 1923: 322.

Формальдегид. Формальдегид открыл Hoffman в 1867 г.; в качестве дезинфицирующего средства его впервые употребил Loew в 1888 г., а для обработки зерна применил Geuther (13) в 1895 г. Применение его для обработки зерна, повидимому, получило особенно широкое распространение в период, непосредственно предшествующий войне. [Как в Западной Европе, в Северной Америке, так в особенности у нас, формалин в течение более двадцати лет пользовался весьма широким распространением для протравливания семян, и только в последние годы, с переходом к практике сухого протравливания и с выявлением некоторых неудобств его употребления, применение его несколько сократилось. *А. Я.*].

В виду общего медного голода в Германии во время войны, формальдегид был там введен в качестве вещества, заменяющего медный купорос. В Англии он получил распространение только после работ Salmon и Wormald (14), несмотря на более ранние предложения Johnson'а (37). Эти авторы доказали, что неблагоприятное действие, оказываемое формальдегидом на всхожесть семян, слабее аналогичного действия медного купороса.

Что касается непосредственного действия формальдегида на споры грибка, то по этому поводу известно еще очень мало, и как будто вообще мало трудов касалось близко этого вопроса. Gegenbauer (38) проследил реакции формальдегида с липоидами, но он считает, что токсичность зависит от химического взаимодействия формальдегида с альбуминоидными тельцами клеток. Hailer (39) доказал, что задержка прорастания спор может быть предупреждена временной прибавкой сернистокислых солей (характерной реакцией

формальдегида является получение осадка от действия сернистокислых солей). При продолжительном действии, как установил Hailer, получается необратимое соединение формальдегида и аминовых групп протоплазмы спор.

Вопрос об ухудшении всхожести зерна после обработки формальдегидом привлек к себе большое внимание. Кажущаяся разноречивость в отчетах старых работников объясняется корреляцией, которую установил Walldén (20), между уменьшением всхожести и повреждениями зерна при молотьбе. Он установил, что действие формальдегида и медного купороса аналогичны, и присутствие трещин в оболочке зерна, особенно достигающих до зародыша, может иметь серьезные последствия.

Затем было установлено, что всхожесть сильно ослабляется, если к посеву не приступают немедленно. Mc Alpine (40) нашел, что при долгом хранении зерна после обработки и до посева процент всхожести значительно уменьшается; он объясняет это затвердением оболочки зерна под действием формальдегида. Явное ухудшение качеств зерна при несвоевременном посеве подтверждается рядом новых исследований и объясняется образованием параформальдегида, полимера формальдегида. Müller и Molz (41) доказали, что полимер формальдегида токсичен для растения, если его внести в почву. Интересна аналогия в этом отношении с цианамидом и его ядовитым полимером дицианодиамидом.

Hurd (42) критически проревизовал вопрос и окончательно установил, что ухудшение всхожести зависит от действия параформальдегида. Намечается связь между излишнею влажностью и ухудшением всхожести; Hurd объясняет это тем, что при достаточной влажности идет постепенно деполимеризация параформальдегида в формальдегид; последний проникает через оболочку зерна и препятствует всхожести. Если зерно быстро высушить после обработки формальдегидом, то всхожесть страдает меньше. При обработке зерна в кучах, необходимо рассыпать его после обработки, чтобы обеспечить возможно больший доступ воздуха и облегчить испарение параформальдегида.

Braun (43), защищая свой метод предварительного вымачивания в качестве предохранительного средства от повреждения зерна формальдегидом, объясняет причину этого повреждения затвердевающим действием формальдегида или его полимера на внешний слой зерна. Он утверждает, что токсическое действие формальдегида на зерно, подвергшееся предварительному промачиванию, менее продолжительно, чем такое же действие на зерно непромоченное.

Формалин, продажный 40% раствор формальдегида, содержит в сѐбе, как указано выше, некоторое количество метилового спирта, препятствующего образованию полимера. Интересно, однако, отметить наблюдения Kiessling'а (44), что растворы чистого формальдегида менее вредны по своим последствиям, чем продажный формалин. Этот автор устанавливает следующий ряд: метиловый спирт, раствор чистого формальдегида, смесь метилового спирта и чистого формальдегида, продажный формалин; метиловый спирт — безвреднее всех, продажный формалин всего опаснее; последнее обстоятельство Kiessling объясняет присутствием в продажном формалине вредных примесей.

Что касается природы неблагоприятного действия формальдегида, то, по наблюдениям Atwood (45), медленное просачивание формальдегида через оболочку зерна имеет следствием задержку в диастатической деятельности и ослабление дыхания зерна. Mackie и Briggs (29) замечают, что медный купорос тормозит рост корневой системы посева, а формальдегид задерживает образование листа.

Формальдегид, кроме того, применяется против некоторых болезней картофеля. Arthur (46) первый предложил погружать семенной картофель на 2 часа в $^{1}/_{240}$ раствор 40% формалина для борьбы с гнилью картофеля. Вызывает возражение необходимость долговременного пребывания картофеля в растворе и не только в смысле потери времени, но в виду возможного повреждения клубней от долгого соприкосновения с формальдегидом. Как общее явление, известно, что повышение температур в определенных пределах увеличивает токсическое действие дезинфицирующих веществ; поэтому предполагалось, что подогретым раствором формальдегида удастся уничтожить болезнетворные организмы в более короткое время. Melhus, Gilman и Kendrick (47) нашли, что пятиминутное погружение при 48—50° C равнялось по своему эффекту обычной холодной формальдегидной обработке против *Actinomyces scabies* и против ризоктонии картофеля (*Corticium vagum* D. et C. *Hypochnus solani* Prill. et Del.). Ухудшение прорастания семенных клубней наблюдалось только при температуре выше 55° C. Надо помнить, однако, что заражение этими болезнями возможно и через почву. Обработка клубней имеет второстепенное значение, пока не будет доказано, что опасности заражения через почву не имеется.

[У нас обстоятельные исследования над действием формалина в качестве протравителя семян хлебных злаков от головни опубликованы Давидом в 1900 году (48). Дальнейшие опыты по применению формалина для протравливания различных семян проведены Ячев-

ским (49). В результате этих исследований протравливание формалином довольно быстро приобрело право гражданства и употребляется теперь повсеместно, хотя в иных случаях оно заменяется сухими протравителями. Между прочим оказалось, что формалин сильно понижает всхожесть семян пшеницы в озимых посевах в засушливых районах, как Крым, Западная Сибирь. Обычно, это вредное влияние формалина объясняется тем, что протравленные семена попадают в чрезмерно сухую почву. Очень интересное объяснение привел Амелин (50), который полагает, что вредное влияние формалина сказывается преимущественно на дозревшем зерне, каковым оно является в засушливых местностях, тогда как в странах с более прохладным и влажным климатом зерно дозревает медленно и не страдает от формалина. На влияние влажности почвы в отношении угнетения роста и всхожести от формалина указывает Александровская-Иванова (51). Подробные сведения о токсичности формалина, для головни и о влиянии его на всхожесть семян имеются в работе Сигрианской (52). Заслуживает также внимания работа Несмеянова (53) о полимерах формалина.

Из всех фунгисидов формалин является одним из наиболее действительных для протравливания семян, а в некоторых случаях, как, например, для пленчатых злаков, он оказывается незаменимым, как это показали многочисленные опыты. Отрицательные свойства его, имеющие большое практическое значение, заключаются в том, что его приходится употреблять в водном растворе, вследствие чего после протравливания требуется просушка зерна; самое протравливание можно производить не ранее как за 2—3 дня до посева что также обременительно. Наконец, в известных случаях наблюдается довольно значительное понижение всхожести протравленного зерна, что имеет место преимущественно с некоторыми сортами пшеницы и в зависимости от климатических условий, на что указывалось ранее.

Для сглаживания первого недостатка были сделаны попытки довести до минимума количество воды в растворе. В результате, в Северной Америке введено в практику так называемое полусухое протравливание малым количеством крепкого раствора (до 5%), распыляемого при помощи мелких распылителей (наконечники типа Верморел я). Эффект такого протравливания рассчитан на то, что крепкие растворы формальдегида выделяют усиленно пары, обволакивающие семена и проникающие под пленки пленчатых зерен, в то же время не смачивая ощутительно семена, так как раствора употребляют минимальное количество (4—5 грамм на 100 *кг* семян). Опыты, поставленные в течение

двух последних лет, показали, что полусухое протравливание может быть применено с успехом и без вреда для посевов для протравливания овса, ячменя и льна. Тотчас после распыления протравителя, что имеет место при постоянном и деятельном перелопачивании кучи семян, эти последние ссыпаются в мешки и оставляются в них без предварительной просушки до следующего дня, когда приступают к посеву.

Полусухое протравливание, являясь безусловным усовершенствованием обеззараживания посевного материала, все-таки едва ли может найти широкое применение, так как требует большой аккуратности выполнения во избежание порчи посевного материала. Поэтому опыты были поставлены в несколько ином направлении, а именно в сторону использования параформа в сухом виде, в качестве порошка для сухого протравливания. Предварительное лабораторное исследование показало, что параформ в слабых дозах препятствует прорастанию большинства головневых спор и, тем самым, является таким же мощным фунгисидом, как и раствор формальдегида, при чем действие его основывается на том же самом свойстве выделения паров. Полевые опыты, произведенные летом 1930 года, показали, что при искусственном заражении овса пыльной головней на участках, засеянных пораженными и затем протравленными параформом семенами, % заражения равнялся 0, тогда как на контрольных участках оказалось до 17,5% заражения. Параформ вредного действия на семена овса, ячменя, пшеницы, льна, ржи, сои не оказал, при чем протравливание может быть проведено за некоторое время до посева (до 20 дней), не влияя на всхожесть. Намечаемая дозировка протравителя такова: параформ смешивается с тальком в пропорции 7 частей по весу параформа на 93 части талька. Этой смеси берут от 360 до 420 граммов на сто *кг* зерна. Очень вероятно, что указанные здесь пропорции можно будет снизить, в особенности для голых семян, что выяснится из дальнейших опытов, но во всяком случае и теперь можно сказать, что параформ представляет собою очень ценное вещество для протравливания, обладающее такими же качествами, как и формальдегид в растворе, но более практичное и удобоприменимое.

В настоящее время фитопатологом П. Н. Давыдовым заканчивается разработка нового метода газового протравливания семян горячими парами формалина. Работы по этому вопросу проводятся им, в числе прочих, с 1922 г., вначале в Фитопатологической лаборатории имени проф. А. А. Ячевского — предварительная лабораторная проработка, а затем в Сибири и Крыму—полевые опыты и дальнейшие лабораторные исследования.

В основу метода им принято положение, что для успешного протравливания семян газообразными фунгисидами необходимо одновременное воздействие горячих водяных паров, которые размягчают оболочку споры и парализуя тем ее защитную способность, делают ее проницаемой для газообразного фунгисида. Положение это доказано в полевом опыте при параллельном испытании протравливания горячими парами $1^1/_2{}^0/_0$ формалина и протравливания формальдегидом, возгоняемым из $20^0/_0$ формалина при реакции его с марганцовокислым калием. При одинаковых экспозициях горячие пары слабого формалинового раствора дали в пасевах полное уничтожение головни овса, в то время как протравливание формальдегидом, несмотря на повышенную более чем в 12 раз концентрацию, оказало лишь очень слабое фунгисидное действие.

В опытах Давыдова при протравливании семян пропусканием их непрерывным потоком через камеру с насыщенными горячими парами $1—2^0/_0$ раствора формалина получалось полное уничтожение головни овса. После этого протравливания семена необходимо выдерживать в течение 1—2 часов в мешках под брезентом, подобно тому, как это имеет место при обычном протравливании формалином. После этого семена, если они сразу не будут высеваться, должны быть провеиваемы.

В настоящее время Давыдовым конструируется машина для протравливания новым методом и подготовляется испытание метода в обстановке крупных хозяйств.

Метод этот может иметь преимущество перед методом опыливания в том, что он дешевле, фумигированные семяна удобнее транспортировать и, что в настоящее время важно, остатки протравленных, но не высеянных семян, могут быть использованы для кормовых целей. *А. Я.*]

37. Johnson, J. C. Journ. Board Agric., **20**, 1913: 120.
38. Gegenbauer, V. Рефер. Centralb. f. Bakt. (II) **58**, 1923 305.
39. Hailer, E., Biochem. Zeitschr., **125**, 1921: 69.
40. Mc Alpine, D., Agric. Gaz. N. S. Wales, **17**, 1906: 423.
41. Müller, H. C. and Molz, E., Fühlings landw. Ztg., **63**, 1914: 742.
42. Hurd, A. M., Journ Agric. Res., **20**, 1920: 209.
43. Braun, H., Phytopath., **12**, 1922: 173.
44. Kiessling, Z., Journ. f. Landw. **66**, 1918: 7.
45. Atwood, W. M. Bot. Gaz. **74**, 1922: 233.
46. Arthur, J. C., Indiana Agric. Expt. Sta., Bull. 65, 1897: 19.
47. Melhus, I. E., Gilman, J. C. and Kendrick, J. B., Iowa Agric. Expt. Sta., Res. Bull. 59, 1920.
48. Давид. К вопросу о действии формальдегида на семена хлебных злаков и на споры головневых грибков. Юрьев. 1900. См. также: Журн. Оп. Агрономии. 1900.

49. Ячевский, А. А. Ежегодники сведений о болезнях и повреждениях растений, I—VI. Спб. 1903—1910; „Болезни растений“: I, 1910: 269: О применении формалина против грибных паразитов возделываемых растений. Спб. 1912.

50. Амелин, И. Труды С.-Х. Оп. учр. Сев. Кавказа. 1929: 1—19.

51. Александровская-Иванова, В. В. Тр. Н.—Иссл. Лаб. Отр. вещ. 5. 1928: 23.

52. Сигрианская, Н. Д. Там же: 1.

53. Несмеянов, А. Там же: 35.

Дезинфекторы, содержащие ртуть. Сулема. Могущественное действие хлористой ртути (сулемы $HgCl_2$) на бактерии естественным образом побудило поставить ряд опытов с применением ее в качестве дезинфектора зерна. Сулему применили для обработки хлебных злаков Kellerman и Swingle (34), но без большого успеха. Hiltner (54) считает ее вполне подходящим материалом для борьбы с фузариозом ржи (*Calonectria graminicola* (Berk. et Br.) Woll. тоже в конидиальной стадии *Fusarium nivale)*; значительное количество препаратов, содержащих сулему, как то „фузариол“, „фузафин“ и др. появились на рынке для употребления преимущественно против этой болезни.

Широкое применение, однако, сулема получила только для обработки семенного картофеля. Bolley (55) нашел ее весьма действительной против картофельной гнили, и с тех пор ею пользовались в Соединенных Штатах против обыкновенной гнили картофеля, против болезни, вызываемой *Rhizoctonia* и против порошистой парши (*Spongospora subterranea)*. Против этих заболеваний сулема оказалась, в общем, более действительной, чем формальдегид.

Механизм действия сулемы на грибные споры до сих пор не изучен. Engelhardt установил, что причиною гибели бактерий при действии на них как сулемы, так и медного купороса, является поглощение этими веществами солей с поверхности их спор, что задерживает прорастание. Удаляя поглощенную сулему при помощи животного угля или сероворода с последующей промывкою в воде, можно достигнуть прорастания бактериальных спор.

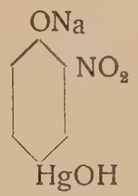
Очень крупным недостатком сулемы, как дезинфектора семян, является ее значительная ядовитость. В неумелых руках она представляет значительную опасность как для рабочих, так и для сельско-хозяйственных продуктов.

[Тем не менее, применение дезинфекции семян сулемой, как весьма действительное в отношении грибков и бактерий, находящихся на поверхности семян, может быть рекомендовано, в особенности при опытах и лабораторных исследованиях. *А. Я.*].

54. Hiltner, L., Prakt. Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzensch., 13, 1915: 65.
55. Bolley, H. L., N. Dakota Agric. Expt. Sta., Bull. 9, 1893.
56. Vogt, E., Centralbl. f. Bakt., (II), 59, 1923: 55.

Органические соединения ртути. С 1912 г. стало появляться на рынке значительное количество препаратов, предназначенных для дезинфекции семян, которые заключали в себе в качестве действующего начала ртуть в виде органических соединений,

Органические соединения ртути нашли себе самое широкое применение в фармации, особенно в качестве местных антисептиков. Вследствие хороших бактериеубивающих свойств область их применения распространилась из медицины на сельское хозяйство. Примером такого рода антисептиков может служить „Меркурофен“, структура которого принимается обычно в следующем виде:



Это вещество является одним из наиболее простых органических соединений ртути; бактериеубивающие свойства его приблизительно равны таковым же свойствам сулемы при меньшей его ядовитости для высших животных.

Говоря точно, органическими соединениями ртути мы можем называть только такие из них, в которых ртуть связана одной или двумя единицами сродства с атомами углерода. Доказано (57), что органические соединения ртути, обладающие высокими бактериеубивающими свойствами, обычно построены по следующей схеме; RHgX, где R представляет собою бензольное кольцо с замещающими группами или без них, а X является второй группой, которая в веществах, нашедших себе применение в качестве дезинфекторов зерна, является, повидимому, или гидроксилом (—OH), или цианом (—CN), или, наконец, галоидом.

Органические соединения ртути химически отличаются от ртутных солей, например, от сулемы тем, что типичные для ртутных ионов реакции у них замаскированы. Например, сулема дает с едким натром желтый осадок окиси ртути, в то время как органические соединения ртути такого осадка не дают. Соли ртути осаждают белки, органические соединения их не осаждают.

Tisdale (58) дает сводку наиболее употребительных продажных материалов, содержащих органические соединения ртути и предлагаемых для дезинфекции зерна.

Ртутное соединение хлорфенола составляет, повидимому, основу препаратов „Успулун", „Хлорофол" и „Семизан"; ртутно-крезоловые производные составляют активное начало „Гермизана"; соединение ртути и ортонитрофенола представляет собою фунгисид, входящий в состав „Корона 620". Последний препарат, рекламируемый изобретателем, как ртутное соединение ортонитрофенола, очень близок к упомянутому выше „Меркурофену". „Гермизан" содержит в себе натрий и группу циана и может быть назван циано-ртутным крезолятом натрия.

Другие вещества, входящие в состав продажных препаратов, являются или растворителями, или второстепенными дезинфекторами. Например, „Успулун" содержит повидимому едкий натр и сернокислый натрий. Так как органические соединения ртути, производные фенолов, обычно плохо растворимы, то прибавление щелочей является необходимым. В присутствии щелочей, когда приходится прибегать к вымачиванию зерна, они делаются достаточно растворимыми. Небесполезно также прибавление красящих веществ, чтобы подвергшееся обработке зерно могло быть узнано по своему цвету.

Указанные продажные препараты оказались весьма пригодными для дезинфекции зерна. На первом месте должна быть поставлена хлорфеноловая ртуть. Riehm (59) выделил ее из ряда органических соединений, перепробованных им для борьбы с головней. С тех пор большое число таких препаратов нашло себе применение как в качестве опылителей, так и в растворах для борьбы с болезнями, передаваемыми через семена.

Leukel, Dickson и Johnson (60), сравнивая результаты воздействия различных органических соединений на полосатую болезнь ячменя (*Helminthosporium gramineum* Rabh.), установили, что все они понижают инфекцию, но лишь немногие радикально с ней справляются, Tisdale (58), проверив на опыте действие очень большого числа таких веществ, находит, что оно вообще слабее действия углекислой меди, независимо от того, применялись ли они в виде опылителя или в растворе; сомнительно, чтобы действие их на овес было энергичнее формальдегида; для ячменя же органические соединения ртути, примененные в виде раствора, дали прекрасные результаты.

Жалоб на уменьшение всхожести зерна, подвергшегося обработке органическими соединениями ртути, не поступало. На самом деле, действие этих соединений противоположно действию медного купороса, и было даже замечено благоприятное влияние обработки на урожай. Stützer (61) указывает, например, что обработка успу-

луном сказывается благоприятно не только на всхожести семян, но и на всем росте растения. В Германии дано много благоприятных отзывов об этом веществе; в Соединенных Штатах Tisdale, Taylor и Griffiths (62) добились таких же результатов с хлорофолом.

Доказать существование стимуляции роста очень трудно, так как более энергичное развитие растений может произойти также вследствие уничтожения различных почвенных грибков и бактерий. Последние могут или непосредственно понизить всхожесть семян на контрольном участке или иметь косвенное на нее влияние, поглощая кислород, необходимый для прорастания зерна.

Если в конечном итоге стимуляция роста будет доказана, то интересно сопоставить это явление с аналогичными явлениями, наблюдаемыми в земледельческой практике. Стимулирующее действие небольших доз некоторых органических ядов и соединений марганца считается теперь твердо установленным, и нет основания отрицать возможности аналогичного действия и органических соединений ртути. Объясняется эта стимуляция тем, что мельчайшие следы ядов проникают вглубь клеток и усиливают нормальное выделение ими энзимов.

Причины токсичности органических соединений ртути долгое время привлекали большой интерес фармакологов. Считалось доказанным, что действующим агентом является сама ртуть и степень токсичности того или иного вещества зависит от легкости, с которою ртуть восстанавливается из своих органических соединений. Müller, Schoeller и Schrauth (63) также считают, что степень ядовитости этих соединений зависит от быстроты разложения их в живом организме; в случае нахождения в составе этих соединений сернокислого аммония токсичность может быть измерена количеством образовавшейся сернокислой ртути. Быстрота разложения зависит от свойств химических групп, к которым присоединен атом ртути. Так, например, Young, White и Schwartz (64) установили, что натровая соль гидрокси-меркури-дибром-флуоресцеина (меркурохром), с содержанием всего 26% ртути, в три раза токсичнее натровой соли гидрокси-меркури-флуоресцеина, содержащего 33% ртути.

Весьма вероятно, что и фунгисидные свойства органических соединений ртути также зависят от индивидуальности химических групп, с которыми связан атом ртути. Вследствие этих обстоятельств процентное содержание ртути в таких соединениях не может служить единственным критерием действия их в качестве дезинфектора зерна.

Дальнейшие детали, касающиеся относительной ценности различных органических соединений ртути для обработки зерна, и связь между токсичностью и химическим составом изложены ниже (стр. 262—264).

57. Schoeller, W. and Schrauth, W., Medizinsche Klinik, 1912, 29 (I).
58. Tisdale, W. H., U. S. Dept. Agric., Year-Book 1926: 665.
59. Riehm, E., Centralb. f. Bakt. (II), **40**, 1914: 424.
60. Leukel, R. W., Dickson, J. G. and Johnson, Å. G. Phytopath. **16**, 1926: 565.
61. Stützer, A., Deutsch. landw. Presse **45**, 1918: 361.
62. Tisdale, W. H., Taylor, J. W. and Griffiths, M. A., Phytopath., 13, 1923: 153.
63. Müller, F., Schoelle W. and Schrauth, M., Biochem. Zeitschr., **33**, 1911: 381.
64. Young, H. H., White, E. C. and Schwartz, E. O., Journ. Amer. Med. Assoc. **73**, 1919: 1483.

Различные дезинфекторы зерна. Успешное применение органических соединений ртути для дезинфекции зерна дало повод поставить опыты с применением для этой цели также и органических соединений мышьяка. Эти соединения также широко применяются в фармации, так как они, подобно органическим соединениям ртути, обладают специфичной токсичностью против, например, трипанозом (организмы из простейших, возбудители некоторых злокачественных заболеваний среди людей и животных); благодаря специфичности действия этих веществ, представляется возможным употребление их in vitro. Препарат *тиллантин*, содержащий мышьяк, был выпущен на рынок и дал недурные результаты [у нас он с успехом применяется для протравливания семян льна от фузариоза и антракноза. *А. Я.*].

Крупным недостатком таких продажных препаратов является отсутствие в них стандартности. Обычно нет никакой уверенности, что препарат, приобретаемый в нынешнем году, не будет отличаться по своим свойствам от препарата такого же названия, приобретенного год назад, и приходится руководствоваться только добрым именем фирмы, предлагающей его. Что требование стандартизации препаратов является совершенно обоснованным, явствует из многочисленных, к сожалению, не достаточно широко известных статей, основанных на добросовестных и научно поставленных опытах (65).

Большое количество химических веществ было предложено для дезинфекции семян, но лишь немногие из них, обычно отличающиеся бактериеубивающими свойствами, например, некоторые красящие вещества и продажные дезинфекторы, дали хорошие результаты. Egert (66) рекомендует марганцовокислый калий. Он погружал пшеницу на полчаса в 0,0001% раствор; при этом обнаружилось уничтожение головни без влияния на всхожесть семян. Lindsfors (67) считает, что даже более сильные растворы марганцово-кислого калия не уменьшают всхожести ржи, но сулема и органические соединения ртути все же сильнее действуют на грибные болезни.

Deyl (68) с успехом применял „Perozid“ — немецкий суррогат медного купороса. В Англии была рекомендована перекись водорода для обработки семян сельдерея против пятнистости листьев *Septoria petroselini* Desmaz. var. *apii* Br. et Cav.

[Хорошие результаты получаются от применения азотно-кислого серебра для протравливания семян табака от бактериозов (0,1%).

У нас за последние годы, по инициативе Давыдова (69), протравливание хлебных злаков, преимущественно пшеницы от головни производится в широких размерах мышьяковистыми соединениями. Сначала применялась Парижская зелень, но затем, принимая во внимание, что этот состав содержит медь, которой не хватает для надобностей промышленности, тем же исследователем были испытаны другие мышьяковые соединения, как то: мышьяковистокислый натрий, мышьяковистокислое железо и мышьяковистокислый кальций. В последнее время Давыдов еще усовершенствовал свой метод, используя в качестве протравителя 25% мышьяковистокислого натрия и 75% смеси из 75% размолотого талька и 25% осажденной после взмучивания глины. После хорошего перемешивания к смеси приливается крепкий раствор железного купороса для перевода мышьяковистокислого натрия в мышьяковистокислое железо. По окончании реакции смесь отфильтровывается на фильтр-прессе и высушивается, затем измельчается на паровой мельнице или на краскотерке. Мышьяковистокислый натрий может быть заменен белым мышьяком, разводимым в воде с содой, при чем белого мышьяка в смеси не должно быть менее 20%.

Из других препаратов, нашедших себе применение у нас с некоторым успехом в борьбе с головней хлебных злаков, можно еще указать на хромпик (69а). Следует еще упомянуть о концентрированной серной кислоте, которая является прекрасным дезинфектором, в частности для семян хлопка, выдерживающих без вреда погружение в течение 20—30 минут с последующей промывкой в проточной воде. Этот способ дезинфекции применяется против бактериоза (*Bacterium malvacearum* Erw. Smith) *А. Я.*].

65. Riehm, E., Centralb. f. Bakt., (II), **51**, 1920: 449. u., Prüfung von Pflanzenschutzmitteln im Jahre 1919, 1920, 1921/22 und 1923. Mitt. Biol. Reichsanstalt, Heft 19, 20, 24, 26.

66. Egert, K. L., Рефер. в Expt. Sta., Rec., **34**, 1916: 844.

67. Lindsfors, T., K. Landtb. Akad. Handb. och Tidskr., **59**, 1920: 424.

68. Deyl, J. Wien. landw. Ztg. **65**, 1915: 316.

69. Давыдов, П. Н. Новые препараты для сухого протравливания семян от головни. Из работ Сибирских станций защиты растений. Новосибирск, 1929. См. также Изв. Сиб. С. З. Р. 3 (6): 97.

69а. Демидова, З., Уральская С. З. Р. (Личное сообщение).

Физические методы. Применение высоких температур для дезинфекции семян ведет свое начало от Jensen'а (70), который изучал влияние температуры на развитие грибков и достиг существенных практических результатов. В 1882 г. он доказал, что гифы и споры картофельной гнили (*Phytophthora infestans* D. B.), растущие в больных клубнях, убиваются в течение 4 часов потоком воздуха, нагретого до 40°C. Этот метод широко применялся в Европе до 1886 года, когда была введена Бордосская смесь.

Изучая головню овса и ячменя в 1878 году, Jensen (71) нашел, что различные химические вещества, предложенные для вымачивания зерна, оказались мало действительными, но обработка горячею водой, по крайней мере овса, дала хорошие результаты.

Еще ранее Sinclair (72) предлагал обрабатывать зерно горячим воздухом, но Jensen признает этот метод нерациональным, даже при действии в течение семи часов температуры в 51,5—54°C. Эти результаты теперь объясняются теми способами, при помощи которых возбудитель головни передается зерном. Споры головневых грибков хлебных злаков, обычно, появляются в большем количестве в период цветения. При одном типе заражения, а именно при заражении через росток, споры остаются недеятельными в течение всей зимы и заражают ткани растения путем внедрения в молодой росток. Споры располагаются по наружной поверхности семени и могут быть убиты, погружаясь или соприкасаясь с дезинфицирующим веществом. К этому типу принадлежат в частности мокрая головня пшеницы (*Tilletia*) и каменная головня ячменя (*U. hordei* K. S.). При другом способе цветочной инфекции, спора прорастает, достигнув цветка, и внедряется в развивающееся зерно. Здесь грибок проводит зиму в виде недеятельного мицелия и, находясь внутри зерна, не может быть затронут химическими веществами. Наиболее важными болезнями этого типа является пыльная головня пшеницы (*Ustilago tritici* Winter), и ячменя (*U. nuda* K. S.) Именно против такого рода заболеваний оказываются успешными физические методы борьбы. [Третий тип заражения представлен двумя видами головни овса (*Ustilago avenae* и *Ustilago levis* Magnus), споры которых заносятся ветром во время цветения и проникают между пленками и зерном, перезимовывая там. *А. Я.*].

Jensen заметил, что борьба с пыльной головней ячменя не была столь успешна, как обработка овса высокою температурою, а также, что горячий воздух не оказывал должного действия; из этого он вывел заключение, что роль воды не ограничивается переносом тепла. Он объясняет это тем, что „зародыш" головни, будучи смочен, делается более уязвимым; на этом основании он вводит изменен-

ный метод обработки горячею водою, при котором до горячей воды зерно погружается в холодную, чтобы ослабить, таким образом, „зародыш“ головни. Научное обоснование этой предварительной обработки дали Appel и Riehm (73): они доказали, что при четырехчасовой обработке в воде при 20—30°C недеятельный мицелий начинает развиваться и после этого убивается кратковременным воздействием температуры в 50—52°C. Несмотря на свою громоздкость, этот измененный метод обработки зерна горячею водою применяется и поныне против двух упомянутых болезней пшеницы и ячменя.

Влияние этого метода на всхожесть пшеницы изучил Tapke (74); он установил, что сколько-нибудь серьезное влияние на всхожесть зерна обнаруживается только при повреждении зерна при молотьбе. При неповрежденной оболочке зерна замечалось лишь некоторое запоздание прорастания, но процент всхожести падал очень мало.

Попытки воскресить метод обработки зерна горячим воздухом (75), применяя специальные аппараты с регулировкой температуры, большого успеха все же не имели.

[Нагревание зерна горячим воздухом до температуры 60—66°C в течение одних или двух суток, без предварительного набухания дает хорошие результаты против фузариоза ржи или пшеницы, а также действительно против различных видов головни, включая пыльную. Оно может быть проведено в зерносушилках или даже в овинах *А. Я.*].

Горячий воздух с успехом применялся для уничтожения гусеницы розового червя (*Pectinophora gossypiella* Saund.) в семенах хлопка. Гусеницы проникают через стенки коробочки и зимуют внутри семян. Методика, заимствованная у египетских феллахов, выставлявших семена на солнце, подверглась экспериментальному исследованию Gough и Storey (76). Сконструированная Storey (77) сушилка с горячим воздухом дала хорошие результаты.

70. Jensen, J. L., Mém. Soc. Mat. d'Agric. France, **131**, 1887: 31.
71. Он-же, Journ. Roy. Agric. Soc. 24, 1888: 397.
72. Sinclair, J., Code Book of Agriculture, 5 Ed., London, 1832: 58.
73. Appel, O. und Riehm, E., Arb. a. d. Biol. Reichanst.. **8**, 1911: 3.
74. Tapke, V. F., Journ. Agric. Res., **28**, 1924: 79.
75. Lind, J., Tidsskr. f. Planteavl., **22**, 1915: 212.
76. Gough, L. H. and Storey, G. Methods for the Destruction of the Pink Bol Worm in Cotton Seed. Min. Agric., Egypt. 1914.
77. Storey, G., Min. Agric., Egypt. Techn. and Sci. Service, Bull. 11, 1916.

ГЛАВА XII

Обработка почвы.

Под этим заглавием мы подразумеваем те методы борьбы с вредителями, которые стремятся к их уничтожению в самой почве. Выше мы имели дело с вредителями, борьба с которыми производится путем соответствующего ухода за растением и семенами, но кроме них существует целый ряд других вредителей, живущих в почве и или нападающих на корни растений, как, например, проволочники (личинки щелкунов — *Elateridae*) или входящих внутрь растения через корни, как некоторые грибки и паразитические круглые черви (нематоды). Кроме этого, надо упомянуть о „биологических факторах", к которым относится „болезнь почвы", о чем речь впереди.

Методы борьбы с такими вредителями распадаются на две главные группы — во первых, уход за почвой при помощи физических методов, непосредственно убивающих вредителей. К этой категории должны быть отнесены менее действенные культурные изменения в почве, имеющие целью сделать ее неподходящей для жизни вредителя, — метод, уже упоминавшийся на стр. 43. Так как полное уничтожение всех живущих в почве организмов может иметь последствия, пагубные для растения, приходится для сохранения растения довольствоваться „частичной стерилизацией" почвы. Вторую группу составляют механические приемы, из которых наиболее важное значение имеет севооборот, который, временно устраняя растение хозяина, обрекает вредителя на голодную смерть.

Частичная стерилизация имеет большое практическое значение, особенно в садоводстве, и сказывается не только в уничтожении вредителя, но и в сильном поднятии плодородности почвы. В некоторых случаях частичная стерилизация почвы достигает повышения урожайности не путем уничтожения вредителей, но как мероприятие, имеющее тесную связь с питанием растения. Здесь, однако, невоз-

можно сколько нибудь детально останавливаться на работах о значении частичной стерилизации, как „удобрения". Под „болезнями почвы" в популярной литературе подразумевается такое ее состояние, которое, при отсутствии недостатка питательных веществ, не обеспечивает должного урожая. Такие болезни обычно появляются на почвах, где при интенсивном ведении хозяйства, был снят последовательно ряд урожаев одной культуры, что благоприятствует развитию болезней и вредителей растения. В некоторых случаях болезнь почвы наблюдается при чрезмерном изобилии в почве взрослых стадий вредных организмов, как например, нематоды (*Heterodera radicicola* Greef), производящей галлы на корнях разных растений, грибка *Fusarium lini* Bolley, возбуждающего болезнь льна, нематоды *Tylenchus dipsaci* Kühn. или грибка *Sclerotinia trifoliorum* Er., являющихся причиной болезни клевера. Частичная стерилизация останется действительным средством борьбы с вредителями, даже если бы оправдалась теория, объясняющая болезни почвы присутствием биологического „ограничительного фактора", каковым являются простейшие или организмы, уничтожающие полезных почвенных бактерий.

Первые наблюдения, устанавливающие увеличение урожайности после частичной стерилизации, сделали в 1894 г. независимо друг от друга Girard (1) и Oberlin (2). Оба исследователя употребляли в качестве стерилизатора сероуглерод. Подобные же результаты были получены при употреблении других летучих антисептических веществ, а в 1907 году Darbishire и Russell (3) указали, что частичная стерилизация при помощи высоких температур имеет такие же последствия.

Далее мы рассмотрим несколько более детально физические и химические методы частичной стерилизации.

1. Girard, A., Bull. Soc. nat. d'Agric. France, 54, 1894: 356.
2. Oberlin, C., Bodenmüdigkeit und Schwefelkohlenstoff. Mainz, 1894.
3. Darbishire, F. V. and Russel, E. J. Journ. Agric. Sci., 2, 1907: 305.

Высокие температуры. Уже раньше было упомянуто, что старый обычай предоставления почвы воздействию солнечных лучей, до сих пор употребляемый в Индии, имеет в своей основе частичную стерилизацию. Prescott (4) указывает, что специальный метод египетского земледелия, так называемый, пар „sheraqui", при котором поля остаются незасеянными в жаркий период года, обеспечивает частичную стерилизацию почвы. Конечно, тех же результатов можно достигнуть и высушиванием почвы, и Лебедянцев (5) показал, что плодородие русских почв, над которыми он работал, увеличивалось после их высушивания.

Практические затруднения и высокие издержки делают частичную стерилизацию крупных пространств при помощи высоких температур невозможной. Благоприятным является то обстоятельство, что участки, особенно сильно нуждающиеся в таком уходе, обычно, невелики. В оранжереях и парниках, особенно, если они долго заняты одной культурой, легко создаются климатические и питательные условия, благоприятные для быстрого размножения почвенных вредителей и грибков. Таким образом, именно эти места особенно нуждаются в частичной стерилизации.

Для того, чтобы обеспечить частичную стерилизицию действием высокой температуры, таковую приходится поддерживать в течение часа не менее 97° C; при этой температуре обычно все вредители и рибки, живущие в почве, погибают. Полной стерилизации приходится избегать, так как уничтожение всех почвенных микроорганизмов имеет следствием полную утрату плодородия землею. Предложено много методов нагревания почвы до требуемой температуры. Для малых культур достаточно прокалить нужное количество земли в подходящей печи, где можно поддержать температуру на требуемой высоте. Конечно, требуется принятие мер, чтобы избежать вторичного заражения после нагрева.

Были произведены попытки поливания почвы горячей водой. Потребное количество воды столь велико, что расходы являются значительными, несмотря на то, что земля оставляется на своем месте. Затем наблюдается, что почва высыхает слишком медленно, и происходят существенные изменения в физических свойствах почвы.

Устранение необходимости перемещать землю достигается также применением пара для нагревания почвы. Этот способ (6) заключается в том, что пар высокого или низкого давления проводится через почву, пока требуемая температура не будет достигнута и сохранена. В Соединенных Штатах наиболее употребительным способом прогревания почвы является метод „перевернутого парового сосуда“, который предложил в 1909 году Gilbert (7).

[Протравливание почвы сухим воздухом не нашло себе применения.]

4. Prescott, J. A., Journ. Agric. Sci., **9**, 1919: 216.
5. Lebediantzeff, A., Compt. rend., **178**, 1924: 793.
6. Для детального знакомства с этим методом см. Bewley, W. F., Diseases of Glass House Plants, London, 1923: 156—166. или Min. Agric. and Fish., Leaflet 209, 1927.
7. Hunt, N. R., O'Donnell, F. G. and Marschall, R. P., Journ. Agric. Res., **31**, 1925: 301.

Химические методы. Теоретически введение ядовитых веществ в почву проще, чем опрыскивание или опыление самого растения.

Употребление химических веществ возможно, пока поле находится под паром, и культура не будет повреждена, при условии, если они исчезнут вследствие своей летучести или разложения до посева. Но могут встретиться затруднения, так как первое условие для возможности обработки больших земельных участков—дешевизна ядов. Во-вторых, не легко обеспечить проникновение яда достаточно глубоко внутрь почвы, где он должен войти в соприкосновение с организмами, против которых он предназначен. Для этой цели предпочтительно употребление веществ газообразных или жидких, а из твердых или летучих, и при этом дающих газы, достаточно тяжелые, чтобы проникнуть в почву или же способные растворяться в воде или давать эмульсию. При лечении „болезней почвы“ употребляются различные химические вещества в качестве антисептиков, процесс же применения летучих веществ обычно называется „фумигацией почвы“.

Требования, предъявляемые к антисептикам и почвенным фумигантам, могут быть кратко суммированы следующим образом: 1) дешевизна, 2) быстрое проникновение вглубь почвы, 3) безвредность как для растения непосредственно, так и в смысле разрушительного действия на физические свойства почвы.

В ряде химических веществ, которые нашли практическое применение при частичной стерилизации почвы в широком смысле этого слова, одним из наиболее интересных является:

Сероуглерод. Это вещество в первый раз было применено французским химиком Thénard в 1872 году против филоксеры виноградной лозы *(Phylloxera vastatrix* Planch.*)*. Его метод заключался в инъекции нужных доз сероуглерода в почву на определенных расстояниях от пораженной лозы. Успех был столь крупный, что в 1887 г. более 66.000 гектаров было обработано таким образом в одной Франции (8). [Этот способ против филоксеры с успехом применяется в августе и у нас в некоторых местах Закавказья (15а)].

Сероуглерод обладает следующими достоинствами: он дешев, его пары достаточно тяжелы, чтобы легко проникнуть вглубь некоторых почв, он обладает совершенно определенными инсектисидными свойствами. Однако, он настолько быстро испаряется и рассеивается, что действие его ограничивается коротким временем. Далее было установлено, что он хорошо проникает в песчаные или гумусовые почвы с умеренным содержанием влаги, но недействителен при мокрых и тяжелых глинистых почвах. Проникновение сероуглерода в почву изучали O'Kane (9) и Fleming (10). Последний нашел, что проникновение неудовлетворительно в мокрых почвах, а также установил, что сероуглерод сначала частично усваи-

вается почвой, а при повторном введении в почву его пары встречают сильное сопротивление в своем проникновении вглубь.

Вследствие неблагоприятного свойства сероуглерода чересчур быстро испаряться, в континентальной Европе был предложен в торговле ряд других веществ, заключавших в себе, однако, в качестве действенного агента тот же сероуглерод. Grether (11) предложил „Эргетан“ и „Сульфоэргетан“ препараты сероуглерода и четыреххлористого углерода; в виде пластической массы они закапывались в землю и медленно выделяли из себя сероуглерод; Börner и Thiem (12) однако признали их неудовлетворительными. Эти авторы нашли также, что продажный препарат из смеси сероуглерода и нитробензола под названием „Horlin“ не более действителен, чем чистый сероуглерод.

Чтобы избежать легкой воспламеняемости сероуглерода, вследствие которой сильно повышаются накладные расходы по перевозке его, Truffaut (13) рекомендовал употребление сероуглеродной эмульсии. Leach, Fleming и Johnson (14) рекомендуют эмульсию из сероуглерода и цитварного масла для борьбы с почвенными стадиями японского жука.

Интересное изменение сероуглеродного метода было введено в 1874 г. Dumas, который предложил употребление [сульфокарбоната] калия.

Подобно тому, как углекислота с едким кали образует углекислый калий, сероуглерод с сернистым калием дает [сульфокарбонат] калий. Это вещество было выброшено на рынки Франции в виде темно-красного раствора с содержанием 18—20% соли калия. Так как это вещество растворимо в воде, то проникновение его в почву удовлетворительно, при условии достаточной влажности последней. Далее, вследствие присутствия в почве углекислоты, соль калия распадается следующим образом:

$$K_2CS_3 + CO_2 + H_2O = K_2CO_3 + H_2S + CS_2$$

при медленном выделении сероуглерода. Это вещество является, таким образом, менее быстро действующим, зато более стойким. Его инсектисидные свойства хорошо известны, но, несмотря на доводы Molinas (15) в его защиту, оно не нашло себе широкого применения в винодельческих районах Франции. Вероятно, стоимость этого метода слишком высока, несмотря на значение его в смысле удобрения почвы, вледствие введения калия. Результаты действия частичной стерилизации почвы однородны с действием азотистого удобрения, вследствие чего особенно велика потребность в калии, нужном для того, чтобы использовать полученные результаты и обеспечить для культуры нормальный пищевой баланс (см. стр. 43).

8. Vogt. E., Centralbl. f. Bakt., (2), 61, 1924: 323.
9. O'Kane, W. C., New Hampshire Agric. Expt. Sta., Tech. Bull. 20, 1922.
10. Fleming, W. E., New Jersey, Agric. Expt Sta., Bull. 380, 1923.
11. Grether, Wein und Rebe, 2, 1921: 328.
12. Börner, C. und Thiem, H., Mitt. a. d. Biol. Reichsanstalt, 21, 1921: 167.
13. Russel, E. J., Journ. Roy. Hort. Soc. 45, 1920: 237.
14. Leach, B. R., Fleming, W. E. and Johnson, J. P., Journ. Econ. Entom., 17, 1924: 361.
15. Molinas, E., Progrès agric. et vitic., 31, 1914: 374.
16a. Троицкий, Н. Н. Тр. Прикл. Энт. 15, 1929. Принц, Я. И. Матер. изуч. виногр. лозы. 2, 1928.

Антисептические вещества из каменноугольной смолы. В поисках за подходящими веществами для частичной стерилизации почвы, были признаны удовлетворительными продукты из каменноугольной смолы, употребляемые так же, как дезинфекционные вещества. Hiltner (16) предложил употребление карболинеума (см. стр. 165), стоющего дешевле, чем сероуглерод, и не только увеличивающего плодородие почвы, но и уничтожающего вредителей и семена сорняков. Molz (17) высказался благоприятно о действии карболинеума, особенно приготовленного из легких продуктов перегона смолы, как инсектисида против нематод. Hostit (18), однако, возражает против употребления карболинеума, который, будучи хорошим почвенным антисептиком и инсектисидом, тем не менее оказывает неблагоприятное действие на последующий рост культуры, если употребляется менее, чем за пять месяцев до посева.

Russell (19) и его коллеги предлагают для практических целей дешевое и действительное антисептическое вещество, в виде крезоловой кислоты, (бледно-соломенного цвета 97—99$^0/_0$ чистоты)—сырые гудроновые кислоты, состоящие, главным образом, из фенола и трех изомерных крезолов. Эти вещества хотя и не летучи, но разлагаются в почве достаточно быстро и не оказывают неблагоприятного действия на последующий урожай. Разведенная крезоловая кислота или разбрызгивается на почву, или смешивается со смесью гипса и сухой земли и затем закапывается. Из составных частей крезоловой кислоты фенол и орто-крезол имеют одинаковое токсическое действие (20), в то время как мета и пара-крезолы обладают им в меньшей степени (21).

В Ротамстеде производилось систематическое изучение чистых ароматических дериватов, происходящих от гудроновых кислот. Надо помнить, что требования, предъявляемые к инсектисиду, состоят в том, чтобы он был, с одной стороны, достаточно токсичен по отношению к вредителю, а с другой, чтобы он разлагался на вещества, безвредные для последующего роста культуры. Было установлено, что введение групп хлора в ароматический радикал имело

следствием увеличение токсичности. Дихлоркрезоловая кислота, например, была более действительна, чем крезоловая. Расширяя границы этих наблюдений, Matthews (20) нашел, что группа хлора сама по себе или в комбинации с нитрогруппой, или две группы хлора с одной нитрогруппой вносили большую устойчивость в почвенные условия. С другой стороны, одна или две нитрогруппы или две нитрогруппы и одна группа хлора не давали такой устойчивости. Таким образом, хлорнитробензол является более токсичным против круглых червей, грибков и простейших, чем нитродихлорбензол, к тому же легче и скорее разлагается в почве. Однако, согласно Russel, это разложение недостаточно быстро, чтобы избежать неблагоприятного действия хлорнитробензола на растение.

В последние годы довольно широко применялся в Америке, в качестве фумигатора почвы, пара-дихлорбензол. Это вещество, в первый раз было, повидимому, употреблено Blakeslee (22) для борьбы с персиковым дровосеком (*Sannonoidea exitiosa* Say). Это вещество оказалось достаточно летучим, чтобы уничтожить личинок, не повреждая в то же время деревьев выше шестилетнего возраста.

По наблюдениям Essig'a (23) наилучшие результаты обнаруживались при температурах почвы от 75—83°, и в местностях, где такие температуры обычны, это вещество может проявить высокие инсектисидные свойства и против других вредителей. Пара-дихлорбензол продается в Соединенных Штатах, под названием P. D. B., или парасида. [В СССР парадихлорбензол с положительным результатом применялся в борьбе с личинками мраморного хруща (*Polyphylla fullo* L.), на виноградниках нижнеднепровских песков,—Головянко (24). Автор показал, что при расходе 260 *кг* на гектар (при сетке 3—4 укола на *кв. м*), достигается 100% смертность личинок. В случае внесения P. D. B. на участок, занятый чубуками, парадихлорбензол должен закапываться не ближе 18 *см* от чубука. Старым виноградным кустам не вредит и более близкая прикопка и притом весьма высоких доз. Далее Принцем (25),—пара-дихлорбензол, преимущественно в растворе сероуглерода, широко использован в опытах коммерческого масштаба на виноградниках кооператива „Конкордия", в целях борьбы с филлоксерой. Наконец, в течение трех последних лет опыты внесения P. D. B. в черноземные, глинистые и песчаные почвы, в целях борьбы с мраморным хрущем и филлоксерой, ставились Чигаревым и Петровым. Результаты этих опытов в ближайшем времени будут опубликованы в Трудах Института защиты растений с.-хоз. акад. им. Ленина. *А. П.*].

[Опыты по дезинфекции почвы нафталином и пара-дихлорбензолом против грибков (*Sclerotinia libertiana* Fkcl., *Urocystis cepulae* Prost.,

Peronospora schleidenii Unger) не дали благоприятных результатов. Эти вещества, даже применяемые в высоких максимальных дозах, роста грибов не приостанавливают.. *А. Я.*].

16. Hiltner, L. Jahresb. Ver. angew. Bot., 1907/08: 200.
17. Molz, E., Centralb. f. Bakt., (II), **30**, 1911: 181.
18. Nostitz, A., von, Landw. Jahrb., **48**, 1915: 587.
19. Russell, E. J. and Petherbridge, F. R., Journ. Bd. Agric., **18**, 1912: 809.
20. Matthews, A., Journ. Agric. Sci., **14**, 1924: 1.
21. Buddin, W. Ibid., **6**, 1914: 417.
22. Blakeslee, E. B., U. S. Dept. Agric., Bull. 796, 1919.
23. Essig, E. O., California Agric. Expt. Sta., Bull. 411, 1926.
24. Головянко. З. С. „Парадихлорбензол в борьбе с личинками мраморного хруща". Наркомзем УССР. Озра. Киев, 1927: 1—43.
25. Я. И. Принц. Отчеты энтомологическаго кабинета кооператива „Конкордия", за 1928 и 1929 г. Тифлис.

Формальдегид в первый раз, повидимому, предложил для ухода за почвой Gifford (26), который нашел его для данного случая более действительным, чем пар. Затем Russell и Petherbridge (27) рекомендуют его в качестве наилучшего средства из всего того, что они к тому времени перепробовали. Будучи газообразным, оно, конечно, достаточно летуче и обладает тем преимуществом, что растворяется в воде и в виде водяного раствора и продается.

Его свойства разработаны в работе Hunt, O'Donnell и Marshall (28), которые доказали, что проникновение формальдегида в почву таково же, как и воды, при условии введения его в водном растворе. Это объясняется тем, что при употреблении формальдегида не наблюдается поглощения токсического начала частицами почвы—причина плохого проникновения большинства химических веществ, употребляемых для ухода за почвой.

Неблагоприятное действие формальдегида, который обычно вводится в количестве 2—3 литров в 0,5% растворе на каждый квадратный метр почвы, сказывается в том, что высыхание почвы происходит довольно медленно, а пары формалина иногда задерживают или препятствуют прорастанию семян; но главное обстоятельство заключается в том, что формальдегид, являясь прекрасным фунгисидом, обладает лишь малыми инсектисидными свойствами.

Из других дезинфицирующих веществ, предложенных для частичной стерилизации почвы, летучие вещества, как эфир и легкие вещества перегона нефти—бензол и керосин, примененные Nobbe и Richter (29),—имеют тот же недостаток, как и сероуглерод—они легко воспламенимы; последнее свойство чрезвычайно увеличивает стоимость фрахта. Кроме того, в общем, будучи введены в почву,

они слишком летучи, чтобы обеспечить частичную стерилизацию, если держаться в пределах рентабельных количеств.

Увеличивающаяся активность при введении группы хлора в молекулу сказывается также и в хлорэтиленах. Schwaebel (30) указал, что при уходе за почвой при помощи дихлорэтилена $CHCl = CHCl$ и трихлорэтилена $CHCl = CCl_2$ наблюдается увеличение урожайности, в то время, как тетрахлорэтилен $CCl_2 = CCl_2$ настолько токсичен, что уменьшает плодородность почвы. Совокупное действие группы хлора и нитрогруппы в хлорпикрине (трихлорнитрометил $C(NO_2) Cl_3$) делает его ценным почвенным фумигатором (30).

26. Gifford, C. M., Venmont Agric. Expt. Sta., Bull. 157, 1911: 143.

27. Russell, E. J. and Petherbridge, F. R., Journ. Bd. Agric., **19**, 1913: 811.

28. Hunt, N. R., O'Donnell, F. G. and Marshall, R. P., Journ. Agric. Res. **31**, 1925: 301.

29. Nobbe, F. und Richter, L., Landw. Vers., Sta., **60**, 1904: 433.

30. Schwaebel, Centralb. f. Bakt., (2) **60**, 1923: 316.

31. Russell, E. J., Rpt. Inter. Conf. Phytopath., 1923: 233.

Неорганические вещества для частичной стерилизации. Кроме фунгисидов, вводимых в почву для борьбы с болезнями, возбудитель коих там находится, поиски подходящего неорганического почвенного антисептика не дали до сих пор удовлетворительного результата. Наиболее употребительными являются в настоящее время:

Сернистый кальций. Russell и Petherbridge (27) употребляли его в виде газовой извести. При старых методах очистки каменноугольного газа известь употреблялась для удаления сернистых веществ. Отбросы, т. е. газовая известь, содержат значительное количество сернистого кальция, а в некоторых случаях и сульфокарбоната кальция, образующихся из сероуглерода, заключенного в неочищенном каменноугольном газе. Этот материал Russell и Petherbridge нашли весьма действительным. К сожалению, его сейчас не достать в количестве, нужном для широкого применения.

Hutchinson (32) доказал, что *окись кальция* (CaO), вводимая в виде негашеной извести в достаточном количестве, является хорошим частичным стерилизатором. В связи с этим интересно вспомнить наблюдение Laurent об увеличивающейся нитрификации почвы при введении подобных растворов (см. стр. 41).

Emmerich, Leiningen и Loew (33) нашли, что *хлорная известь* (белильный порошок) может быть иногда с успехом применима в качестве почвенного антисептика; Russel и Petherbridge также признали ее многообещающей.

Группа циана. Употребление синильной кислоты, столь эффективной в качестве фумигатора, до сих пор не дало ощутительных результатов при фумигации почвы. Mamelle (32) предлагает введение в почву раствора цианистого калия вместо применения сероуглерода. Он нашел, что такой способ вполне применим, и что указанное вещество обладает достаточными токсическими свойствами против вредителей, живущих в почве, не повреждая в то же время растения. De Ong (35) подтвердил этот взгляд и доказал, что существуют определенные пределы безопасного применения этого метода, так как токсичность синильной кислоты сильнее для некоторых насекомых, чем для растения, а при слабых концентрациях даже наблюдается стимуляция роста. Но благодаря разной степени поглощаемости газа почвой, весьма затруднительно установить дозу, достаточную для уничтожения вредителя и не переходящую границу безопасности для растения.

Byars (36), считая, что недостаточные результаты, получающиеся при употреблении цианистых солей, частично могут быть объяснены медленным выделением синильной кислоты, рекомендует употребление сернокислого аммония для ускорения этого выделения по уравнению:

$$2NaCN + (NH_4)_2SO_4 = 2HCN + Na_2SO_4 + 2NH_3$$

Употребление этого метода против корневой нематоды (*Heterodera radicicola*) не дало, однако, результатов. Теперь как будто бы выясняется, что цианистый кальций в том виде, как он предлагается на рынке, имеет при стерилизации почвы преимущество перед другими цианистыми препаратами.

Применение его оправдалось против гусениц грушевой мушки в Новой Зеландии (37), но особенно важным применение его оказалось при борьбе с проволочными червями, против которых до сих пор не существовало действительного средства. Campbell (38) считает, что цианистый кальций, обладая достаточной токсичностью для указанных вредителей, должен быть однако употребляем в количествах, делающих его применение слишком дорогим. Делая в поле приманочные посевы, расположенные в виде отстоящих друг от друга рядов, и привлекая проволочных червей на прорастающие семена, можно концентрировать вредителя и бороться с ним меньшими количествами цианистого кальция. Пока что не имеется данных о действительности и полезности цианистого кальция в качестве частичного стерилизатора почвы.

Смесь Cheshunt. Поиски за подходящим почвенным фумигатором для борьбы с выпреванием рассады томатов привели к употреблению смеси Cheshunt — смеси медного купороса и углекислого аммония (см. стр. 114) (39). Разбавленный раствор этой смеси может быть разбрызган без повреждения молодых растений, но при этом возбудители болезни (*Rhizoctonia solani* Kühn, *Phytophthora cryptogea* Pethybridge et Lafferty и *Ph. parasitica* Dastur.) погибают.

Время от времени делались попытки употребления, в качестве почвенных антисептиков, более ядовитых неорганических веществ, как то хлористой ртути и медного купороса. Эти вещества особенно рекомендованы для борьбы с раком картофеля, возбуждаемым *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Недавно Rivière и Pichard (40) применяли мышьяковистый натрий (Na_2HAsO_4) для частичной стерилизации почвы. Эти вещества, однако, обычно не оправдывают надежд, благодаря чрезвычайной быстроте, с которой они поглощаются почвой. Hunt, O'Donnell и Marshall (28) при общем изучении проникновения в почву фунгисидов нашли, что при прибавлении к хлористой ртути поваренной соли, наблюдается значительное замедление проникновения в почву этого вещества. Подобное же действие оказывает хлористый натрий и на медный купорос. Следует, однако, заметить, что вышеназванные авторы обнаружили значительные повреждения растений при употреблении этих веществ. Оказывается, что быстрое поглощение (т.-е. плохое проникновение) таких ядов, как будто, необходимо для сохранения растений неповрежденными.

[В Германии, повидимому, с успехом применяется дезинфекция почвы против капустной килы успулуном. *А. Я.*].

Суммируя вышеизложенные факты, можно предложить разделение веществ, употребляемых в качестве почвенных антисептиков, на следующие группы по инсектисидности их действия (35):

Группа I (наиболее сильные). Формальдегид, пиридин.

Группа II. Крезоловая кислота, сернистый кальций, сероуглерод толуол, бензол и керосин.

Группа III (наименее сильные). Нафталин.

Но сейчас невозможно назвать ни одного химического вещества которое было бы действительно против всех вредителей, живущих в почве. Формальдегид, как мы видим, не является действительным против почвенных насекомых, в то время как крезоловая кислота, столь же употребительная при частичной стерилизации почвы, недействительна против большинства грибков. Эти свойства сведены в следующей табличке, заимствованной у Russel'я (13).

д—действительно; н—недействительно;

	Пар	Крезоловая кислота	Формальдегид
Утомление почвы	д	д	д
Проволочники	д	н	н
Кила	д	слабо д	неверно д
Сонная болезнь	д	неверно д	неверно д
Фузариоз	д	н	часто д
Выпревание	д	н	д
Корневая гниль	д	н	д
Полосчатость	н	н	н

32. Hutchinson, H. B., Journ. Agric. Sci., 5, 1913: 320.
33. Emmerich, R., Leiningen, G. W. und Loew, O., Centralb. f. Bakt. (2) 31, 1912: 466.
34. Mamelle, T., Compt. rend., 150, 1910: 50.
35. de Ong, E. R., Journ. Agric. Res., 11, 1917: 421.
36. Byars, L. P., Phytopath., 9, 1919: 95.
37. Miller, D., New Zealand Journ. Agric., 30, 1925: 220.
38. Campbell, R. E., Journ. Econ. Entom., 19, 1926: 636.
39. Bewley, W. F., Journ. Min. Agric., 28, 1921: 653.
40. Rivière, G. et Pichard. G., Compt. rend., 174, 1922: 493.
41. Russell, E. J., Journ. Bd. Agric., 21, 1914: 97.

Влияние частичной стерилизации на рост растений. Кроме уничтожения вредителей, живущих в почве, частичная стерилизация вызывает некоторые изменения в составе микрофлоры и фауны почвы, а также изменения химических и физических свойств ее; этим и объясняется столь исключительное влияние частичной стерилизации на развитие растений, благодаря чему она и получила такое распространение.

При изучении увеличивающегося плодородия почв, подвергшихся действию высоких температур или химических веществ, внимание обращалось исключительно на быстрое размножение и более сильную активность бактерий таких почв, что первый раз отметили в литетатуре Hiltner и Störmer (42). Обыкновенно после воздействия на почву наступает предварительное временное уменьшение числа бактерий в течение немногих первых дней, после чего наблюдается заметное увеличение их числа. По Russell (43) это увеличившееся число бактерий остается постоянным, но Matthews (44) показала в своих опытах, что это число постепенно падает до прежней нормы. При этом медленнее в открытых, чем в более жирных оранжерейных почвах.

Hiltner и Störmer для объяснения увеличения числа бактерий высказали предположение, что сероуглерод и другие яды нару-

шают равновесие в жизни почвенных бактерий в пользу определенных групп. Наблюдается значительное уменьшение нитрифицирующих организмов. Heinze (43) указывает, что вследствие действия сероуглерода наблюдается депрессия нитратообразующих бактерий, и что проходит заметный промежуток времени, пока нитрификация восстанавливается. Далее, Hiltner и Störmer подтвердили взгляд Gerlach (44), что под влиянием сероуглерода уничтожаются бактерии, разлагающие азотистые соли. Весьма вероятно, что частичная стерилизация при помощи высоких температур имеет подобное же действие, так как позволительно думать, что сами бактерии убиваются теплом, в то время как споры переживают (бактерии, образующие аммоний, являются спорообразующими). Начальное падение числа бактерий объясняется обеднением бактериальной флоры, вследствие чего пережившие формы остаются свободными от конкуренции, которая в необработанных почвах ограничивала их число. Быстрое увеличение числа переживших форм объясняется уничтожением или ослаблением „ограничительного фактора“, которым в данном случае, по Hiltner и Störmer, является конкуренция других бактерий.

Russell и Hutchinson (47) высказали предположение, что таким ограничительным фактором являются простейшие почвы. Значение простейших организмов почвы до сих пор обращало на себя мало внимания и в развитие этого предположения лишь Ротэмстедской станцией были произведены тщательные наблюдения над ролью этих организмов. Cutler (48) нашел, что, благодаря тесной связи простейших с отдельными частичками почвы, количество их в нормальных почвах было прежде недооценено. Ежедневные подсчеты числа почвенных бактерий и простейших установили обратную пропорциональность их количества: если число бактерий мало, то число питающихся ими амеб велико и наоборот. Cutler и Crump (49), проведшие эту работу, считают эти соотношения за явное подтверждение связи между бактериями и простейшими.

Waksman и Starkey (50) не сочли возможным поддержать теорию простейших, разве что в некоторых отклоняющихся от нормы почвах или в почвах с повышенной влажностью или богатых органическими веществами, как в оранжереях. Эти авторы считают, что следует обратить внимание на роль, которую играют в почве различные грибки, особенно актиномицеты. Они высказали предположение, что в нормальных почвах значительная часть органических веществ разлагается, и продукты этого разложения усваиваются грибками. После частичной стерилизации, бактерии участвуют в этом разложении одни, а так как

они поглощают меньше углерода и азота, то образуется большее количество аммиачных солей. Они наметили взаимоотношение между почвенными грибками и бактериями, подобное тому, на которое указывали Cutler и Crump для почвенных простейших и бактерий.

Другие авторы считают, что предположение об устранении биологических ограничительных факторов является, по меньшей мере. несущественным для объяснения быстрого роста числа бактерий. Пережившие организмы извлекают выгоду не только от обеднения почвенных флоры и фауны, но и вследствие улучшения условий их пищевого режима. В качестве пищи для бактерий могут служить убитые воздействием на почву организмы, кроме того наблюдаются изменения физических и химических свойств почвы, благоприятные для бактерий. Richter (51) указал, что в почвах, подвергшихся воздействию высоких температур, общее количество азота остается неизменным, зато увеличивается количество действительно усвояемого азота и наблюдается разложение органических веществ Greig-Smith (52) указал, что, при частичной стерилизации при помощи сероуглерода, последний растворяет почвенные восковидные вещества, которые водонепроницаемым слоем окружают частицы органических веществ, предназначенных к разложению. Благодаря этому пережившие бактерии после стерилизации могут усваивать эти вещества. Новый взгляд высказала Matthews (42), которая показала, что относительная величина прироста числа бактерий в первые дни после воздействия при помощи ароматических углеводородов зависит от свойств употребленных веществ. Если расположить эти относительные величины в последовательный ряд, то он будет точно соответствовать ряду, составленному из величин, выражающих теплоту сгорания употребленных веществ. Matthews объясняет увеличение числа бактерий питательными свойствами (энергией, развивающейся от теплоты сгорания) примененного антисептика. Что результат зависит не только от уничтожения простейших, видно из результатов употребления нафталина и толуола. В то время, как толуол убивает всех амеб и инфузорий, нафталин не оказывает действия на простейших, а в то же время при введении нафталина наблюдается огромное увеличение числа бактерий, превосходящее то, которое вызывается действием соответствующего количества толуола. Частичная стерилизация оказывает влияние на плодородие почвы путем изменения активности бактериальной флоры, но кроме того она имеет и непосредственное влияние. Достойно сожаления, как указывает Russell (53), что еще очень мало известно о значении изменений в коллоидальных и органических составных частях почвы под влиянием частичной стерилизации, но есть основание ду-

мать, что под действием стерилизующих веществ происходит непосредственное освобождение веществ питательных (54). Эти взаимоотношения крайне сложны, но неоднократно можно было установить тот факт, что растения после частичной стерилизации усваивали бо́льшее количество пищи, чем на контрольных участках, не подвергшихся стерилизации (55). Koch (56) предполагает, что присутствие небольших количеств антисептиков действует, как указывалось на стр. 229, на растение стимулирующим образом. Эта теория не может объяснить, однако, причину длительного эффекта частичной стерилизации.

Далее, замечается значительное число второстепенных последствий частичной стерилизации, которые могут иметь практическое значение. Наблюдения Schulze (57) показали, что развитие растения на почвах, подвергшихся частичной стерилизации действием высоких температур, в начальных стадиях его роста, идет медленнее, чем на контрольных участках. В более поздних стадиях, однако, растение обнаруживало великолепный рост. Schulze работал при температурах, выше обычно употребляемых при стерилизации, но Pickering (58) показал, что при температурах от 60—150°C наблюдается задержка в прорастании семян. Он объясняет эту задержку образованием токсических веществ, вероятно азотистого состава, которые, однако, теряют постепенно свои вредные свойства. Russell и Petherbridge (59) объясняют эту задержку, которую они тоже наблюдали в некоторых случаях частичной стерилизации почвы, действием химических веществ, изменяющих растворимые составные части почвы, которые, будучи полезны для окрепшего растения, могут быть разрушительными для нежных частей растения в период прорастания. Второстепенные последствия частичной стерилизации почвы могут сказаться в некоторых обстоятельствах дальнейшей жизни растения. После прогревания почвы до 93°C. Russell и Petherbridge (61) обнаружили изумительное развитие корешков. Сами растения обладали крупными листьями более густого зеленого цвета, обычно с более короткими междоузлиями, чем у контрольных экземпляров, и имели вид более компактный и сильный. Эти результаты не наблюдались при применении летучих антисептиков, но всегда было заметно, что корни и стебли более полно передавали плоду свой азот, фосфор и калий. В качестве результата обработки почвы замечалось, что качество плодов, по крайней мере огурцов и помидоров, было выше, чем на нетронутых почвах. [У нас усиление роста виноградных кустов вследствие внесения в почву малых доз сероуглерода и парадихлорбензола было отмечено Принцем, Чигаревым и Петровым. *А. П.*].

Наконец, при посеве мотыльковых растений (они отличаются от других растений тем, что для ассимиляции азота состоят в симбиозе с некоторыми азотфиксирующими бактериями), обычно представляется необходимым, для обеспечения удовлетворительного урожая, вводить в почву, после частичной стерилизации, нужные виды бактерий. Даже с этими предосторожностями применение частичной стерилизации не дает иногда нужного эффекта; повидимому, тут замешаны другие факторы. Для выяснения этого вопроса нужны дополнительные исследования.

[Стимулирующее действие мышьяковистых соединений и сероуглерода было подвергнуто специальному экспериментальному изучению Ивановой-Александровской и Парфентьевым (60). В качестве объекта для наблюдений служили турнепс и капуста. Соединения мышьяка поверхностно заделывались в почву перед посевом. Были испытаны соли: 1) кальция и мышьяковой кислоты с содержанием 46,5% и 32,1% As_2O_5, 2) кальция и мышьяковистой кислоты (31,8% и 46,2% As_2O_3), 3) Швейнфуртская зелень, 4) мышьяковистокислый натрий. В опытах с турнепсом—наиболее сильное стимулирующее действие оказал мышьяковокислый кальций (36% повышения урожайности). В опытах с капустой и мышьяковокислым натрием при вариирующих дозировках последнего было выяснено, что максимальное повышение урожайности (по сравнению с контрольным участком) может достигать 65%. После окуривания семян сероуглеродом было отмечено повышение всхожести и энергии прорастания семян. Семена капусты сорта Амагер после окуривания сероуглеродом (6 объемных процентов — 24 часа), были высажены в грунт, при чем вес капусты, выращенной из окуренных сероуглеродом семян, был на 28% выше контрольной. Аналогичное стимулирующее влияние сказалось также на урожае ячменя. *П. А.*].

42. Hiltner, L. und Störmer, K., Arb. Biol. Abt. Land- u. Forstwirtsch. am. d. Kais. Gesund. Amt., **3**, 1903: 479.
43. Russell, E. J. Soil Conditions and Plant Growth, 5 Ed., London, 1927: 342.
44. Matthews, A., Journ. Agric. Sci., **14**, 1924: 1.
45. Heinze, B., Centralb. f. Bakt. (II), **18**, 1907: 246.
46. Gerlach, Bied. Centralb., **27**, 1898: 717.
47. Russell, E. J. and Hutchinson, H. B., Journ. Agric. Sci, **3**, 1909: 111.
48. Cutler, D. W., ibid., **10**, 1920: 135.
49. Cutler, D. W. and Crump, L. M., Ann. Appl. Biol., **7**, 1920: 11.
50. Waksman, S. A. and Starkey, R. L., Soil Sci, **16**, 1923: 137, 247, 343.
51. Richter, L., Landw. Vers. Sta., **47**, 1896: 269.
52. Greig-Smith, R., Centralb. f. Bakt., (II), **30**, 1911: 154.
53. См. **42**, стр. 346.
54. Page, H. J., Ann. Rpt. on Prog. of Chem, **20**, 1923: 215.

55. Nobbe, F. and Richter, L., Landw. Vers. Sta., **60**, 1904: 433. Russel, E. J., Journ. d. Agric., **21**, 1914: 97.

56. Koch, A., Arb. d. D. Landw. Ges., **40**, 1899.

57. Schulze, C., Landw. Vers. Sta., **45**, 1897: 137.

58. Pickering, S. U., Journ. Agric. Sci., **2**, 1908: 411.

59. Russell, E. J. and Petherbridge, F. R., Journ. Bd. Agric., **18**, 1912: 809.

60. Иванова-Александровская, З. и Парфентьев, И. Труды Н. Иссл. лаб. отр. вещ. **1**, 1927: 21.

61. Russell, E. J. and Petherbridge, F. R. Journal Agric. Science 1913: 248.

Общие почвенные условия и вредители. Мы переходим теперь к рассмотрению методов, при помощи которых почвенные условия делаются менее благоприятными для развития вредителей (см. стр. 43). Этот вопрос изучался почти исключительно с точки зрения кислотности почвы или, как теперь принято обозначать степени этой кислотности, с точки зрения концентрации в почве ионов водорода [1]).

Было установлено, что растения переносят определенную степень концентрации ионов в почве. Эта степень меняется в зависимости от общих условий и сорта растения, но в большинстве случаев она соответствует нейтральному состоянию почвы.

Равным образом болезнетворные организмы и вредители из мира животных переносят определенную для каждого из них концентрацию pH. Если степень концентрации, переносимой вредителем и расте-

---

[1]) Если 1/10 грамм-молекулы каждой из двух одноосновных кислот, как то хлористоводородной и уксусной, растворить в одном литре чистой воды, т. е. если будет приготовлен N/10 раствор таких кислот, то общая кислотность этих растворов, измеряемая количеством щелочи, нужной для их нейтрализации, будет одинакова.

В хлористоводородной кислоте, однако, молекулы, согласно электролитической теории, диссоциируют, образуя положительно заряженные ионы водорода и отрицательно зароженные ионы хлора:

$$HCl \rightleftarrows \dot{H} + \dot{C}l$$

Степень диссоциации зависит от температуры и равняется почти 100%; хлористоводородная кислота—кислота „сильная". Мы предположим, для нашего случая, что диссоциация полная и что в каждом литре заключается 1/10 грамма водородных ионов. Концентрация ионов водорода равняется 10^{-1}, или может быть выражена в виде $pH = -\log_{10} C_{H} = 1$.

В растворе уксусной кислоты молекулы ее разлагаются в значительно меньшей степени; уксусная кислота—кислота „слабая". Если мы предположим, что степень диссоциации равняется только 1%, то концентрация ионов водорода будет только 10^{-3} грамма на литр, т. е. pH=3.

Термины—кислота „сильная" и „слабая"—получают, таким образом, численное выражение в концентрации ионов в растворе. Понятие о концентрации ионов водорода очень полезно при изучении физиологического значения кислотности.

[Нейтральная точка будет помещаться при pH = 7, а высшие знаки pH будут означать уже щелочную реакцию среды].

нием, не совпадает, то можно изменить эту концентрацию так, чтобы она была благоприятна для растения и гибельна для вредителя. Один из ранних примеров такого метода борьбы дал Halsted (62), который указал, что известкование радикальным образом уничтожает килу турнепса. В настоящее время известно, что возбудитель этой болезни *Plasmodiophora brassicae* Woron., производящий капустную килу у многих крестоцветных, развивает в почве кислотность более высокую, чем требуется для этих растений. Известкованием кислотность понижается до степени, благоприятной для растения и слишком низкой для грибка.

Приведем обратный пример: Halstead (62) нашел, что применение в качестве удобрения серы уменьшает процент поражения картофеля паршею. Gillespie и Hurst (63) нашли, что развитие парши, возбуждаемое *Actinomyces scabies*, находится в тесной связи со степенью кислотности почвы. Болезнь редко появляется в кислых почвах с pH меньшим 5,2, и обычна в почвах с pH высшим 5,2 (конечно, эта граница 5,2 не абсолютна). В виду этих обстоятельств известкование почвы не рекомендуется земледельцам, возделывающим картофель, так как причиняемое известкованием уменьшение кислотности создает обстановку, благоприятствующую развитию парши; обратно, повышение кислотности сдерживает развитие болезни, и методы обработки и удобрения, повышающие кислотность почв пораженных участков, являются действительными для борьбы с вредителем. Успех применения серы, которую предложил Halstead, объясняется тем, что кислотность почвы при этом методе увеличивается. Целый ряд статей американских исследователей (64) высказывается в пользу этого метода и объясняет успех его не только тем, что сера окисляется в серную кислоту (при этом лучше всего применять мелко раздробленную серу), но и воздействием на почву серных бактерий (например, *Thiobacillus thiooxydans*), помогающих своей работой окислительным процессам в почве.

Другой способ быстрого поднятия кислотности почвы — это вспахивание или применение зеленых растительных веществ, так называемое зеленое удобрение; впервые его применил Millard (65) для борьбы с паршей картофеля. Sanford (66) не добился, однако, нужных результатов применением этого метода. Millard и Taylor (67) предложили недавно биологическую теорию действия зеленого удобрения, которая изложена в главе о биологических методах борьбы (стр. 289).

Ряд авторов признал, что введение в почву серы действительно против рака картофеля (*Synchytrium endobioticum* Perc.) (68). Эту болезнь не удалось окончательно ликвидировать, а ослабление ее

объяснялось не только повышением кислотности почвы. Так как при прибавлении к сере бактерий *Thiobacillus thiooxydans* не замечалось повышенного действия ее, то можно думать, что действенным фунгисидным агентом являются в данном случае, не ионы водорода и не сернистая кислота, а какое-нибудь другое соединение серы, вероятно тиосерная кислота (69).

Углубляя свою работу Roach (70) подверг более детальному изучению судьбу серы после введения ее в почву и вывел заключение, что при аэробных условиях она окисляется сначала в серноватистокислые, а затем в сернокислые соли или, возможно, образует один или несколько политионатов; при условиях же анаэробных образуются сернистокислые соли. Реакции эти зависят от почвенных условий, некоторые из них обратимы, другие же дают неизменяемые уже вещества. Неудивительно, что фунгисидное действие серы меняется из года в год и от почвы к почве.

62. Halstead, B. D., New Jersey Agric. Expt. Sta., Special Bull. S., 1900.
63. Gillespie, L. J. and Hurst, L. A. Soil Sci., **6**, 1918: 219.
64. Реферат Expt. Sta. Rec. **55**, 1926: 750, 751.
65. Millard, W. A., Ann. Appl. Biol., **10**, 1923: 70.
66. Sanford, G. B., Phytopath., **16**, 1926: 525.
67. Millard, W. A. and Taylor, C. B., Ann. Appl. Biol., **14**, 1927: 202,
68. Roach, W. A., Glynne, M. D., Brierley, W. B. and Crowther, E. M., ibid., **12**, 1925: 152.
69. Roach, W. A., and Glynne, M. D., ibid., **15**, 1928: 168.
70. Roach, W. A., ibid. **13**, 1926: 313.

Механические методы. Из чисто механических методов ухода за почвой наиболее простой на маленьких участках земли под сеянцами или в оранжереях, это—удаление зараженной почвы и замена ее новой, свободной от вредителей. Этот метод применялся и поныне применяется в местах, где современные способы частичной стерилизации почвы недоступны. Он имеет много недостатков: высокая стоимость, убытки, причиняемые удалением земли, часто более богатой питательными веществами, чем обычное навозное удобрение, и необходимость, в связи с этим, введения в свежую почву этих веществ, трудность получения достаточного количества незараженной земли, стоимость хранения, наконец, опасность вторичного заражения свежей земли от подпочвы, оставшейся в оранжерее, от старой почвы, оставшейся вдоль стен и труб, от инструментов, повозок, служащих для вывоза старой земли и от сапог рабочих.

Не следует забывать, что методы обработки почвы, как-то вспахивание и вскапывание, имеют большое значение не только в смысле

уничтожения сорняков, но часто и для борьбы с вредителями, живущими в почве. Периодическое вспахивание делает личинок и куколок почвенных насекомых доступными для птиц и других животных или, наоборот, они гибнут вследствие глубокого запахивания в землю. Chrystal (71) рекомендует, как метод борьбы с вязовым пилильщиком (*Kaliosysphinga ulmi* Sund.), удаление и закапывание на глубину не менее 150 *мм* тонкого слоя земли из-под пораженного дерева, так как установлено, что насекомое закукляется не глубже 25 *мм* под поверхностью почвы. Theobald (72) перепробовал ряд химических веществ для борьбы с исключительно сильной эпифитией, причиняемой личинками майских жуков, и нашел, что обработка пораженной площади паровым катком дает удовлетворительные результаты.

[В русской литературе имеется целый ряд советов по механическому сбору или уничтожению различных вредителей. Дело обычно касается вредителей лесных пород, где в лесной подстилке зимуют покоющиеся личинки или куколки (73, 74). Васильев (75) рекомендует ту же меру против вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Osh.), имеющей привычку массами собираться на зимовку под опавшей листвой в рощицах или лесках степной полосы. Эти меры по состоянию наших знаний теоретически могут быть во многих случаях признаны действительными, но, по большей части, остались или вовсе неиспытанными на практике или испытанными в степени совершенно недостаточной, чтобы судить о целесообразности и действительности их применения. Что же касается перепашки, которая рекомендовалась, а иногда и применялась, как мера истребления кубышек саранчевых или куколок хлебного жука (76), то таковая истребляет всегда лишь некоторую часть вредителя, оставляя значительный процент нетронутым, а потому в настоящее время совершенно оставлена. *И. Ф.*].

О применении „затопления“, когда вредители уносятся потоком воды, пущенным по зараженному участку на определенное время в подходящий период, было сказано на стр. 46.

Большого внимания заслуживает методика, общеизвестная под названием „севооборота“. Севооборот является давно применяемым средством обеспечения урожая на одном и том же участке земли и, подходящим образом выбранный, оказывает большое влияние на развитие растения. Преимущества применения этого метода заключаются в экономии удобрения, в более правильном использовании питательных веществ почвы, распределении работы и, наконец, в получении более сильного растения. Давно уже установлено, что, если одна и та же культура долго произрастает на том же участке земли, то

она делается более чувствительной к деятельности насекомых и грибных вредителей. Кроме того, в хозяйстве без плодосмена получают широкое распространение характерные для данной культуры сорняки, поэтому плодосмен является довольно хорошим методом борьбы с ними.

Если плодосмен рассматривать исключительно в качестве метода борьбы с вредителями, он имеет то наглядное преимущество, что при применении его уничтожаются расходы на специальную аппаратуру и на приобретение инсектисидов и фунгисидов. Он требует, однако, основательного знакомства с биологией и привычками тех вредителей, для борьбы с которыми он предназначен. Вредитель не должен иметь возможности пережить большее количество лет, чем период плодосмена, а в последнем не должно заключаться культур, которые могут служить хозяином для этого паразита.

Эти условия в некоторых случаях трудно осуществимы, так, например, *Plasmodiophora brassicae* Wor. — грибок, вызывающий килу капусты и других крестоцветных,—оказывается, способен существовать в почве до шести лет. Лишь шестилетний плодосмен без применения культуры крестоцветных может обеспечить уничтожение этого вредителя этим методом. Кроме того, необходимо удалить все сорняки, могущие служить субстратом для этого грибка. Плодосмен, как метод борьбы с вредителями, ограничен, конечно, однолетними культурами и экономические условия не всегда делают его применение рентабельным. Этот метод часто неприменим при интенсивной культуре рыночных садовых и оранжерейных продуктов, так как при этом выбор сортов растений, выгодных для разведения, ограничен. Затем, этот метод следует применять лишь против таких вредителей, с которыми не представляется возможным бороться другими способами. При этом, конечно, надо устранить возможность вторичного заражения почвы от вводимого удобрения, семян или от воды, служащей для орошения.

Метод этот, в случае благоприятных условий, имеет большую ценность, что видно из следующих примеров. Shaw (77) считает плодосмен единственным применимым методом борьбы с свекловичной нематодой (*Heterodera schachtii* Schmidt) на больших участках. Употребление культуры, не могущей быть использованной вредителем, приходится продолжать не менее пяти или шести лет, имея в виду устойчивости стадии „бурой цисты“ этой нематоды. [См. также Thorne (78). Новые перспективы в этом деле открываются в связи с комбинацией метода севооборота с приманочным (ср. стр. 304). *И. Ф.*].

Leukel (79), показал, что болезнь пшеницы, возбуждаемая нематодой *Tylenchus tritici* Bauer, может быть уничтожена нейтральной культурой в два или три года:

Год	Участок I.	Участок II.	Участок III.
1917	Пшеница (зараж.).	Пшеница (зар.).	Пшеница (зар.).
1918	Трава.	Тоже.	Тоже.
1919	Зерно (кукуруза).	Трава.	Тоже.
1920	Пшеница (здоров.).	Пшеница (здор.).	Тоже.

В этом случае нужно озаботиться, чтобы не сеялись травы, на которых могут образовываться цветочные галлы нематоды.

[Плодосмен или севооборот имеет огромное значение, как средство, ограничивающее развитие тех грибных и бактериальных паразитов, которые передаются с почвой, как, например, фузариозы различных растений. Установление правильного севооборота должно рассматривать, как одно из самых эффективных мероприятий агрикультурного характера. *А. Я.*].

Истинное значение плодосмена, как метода борьбы с вредителями, часто затушевывается. Так как плодосмен давно в ходу, как культурное мероприятие, то его значение в качестве метода защиты растений нередко упускается из виду.

71. Chrystal, R. N. Agric. Gaz. Canada, **6**, 1919: 725.

72. Theobald, F. V. Journ. S. E. Agric. Coll., **24**, 1927: 40.

73. Яцентковский, А. В. Вредители леса и борьба с ними. Изд. „Мысль“. Лгр. 1926.

74. Шиперович, В. Я. Лесовод 1925 № 31; Захист Рослин 1924 № 3/4.

75. Васильев, И. В. Тр. Бюро Энтом. 4 (11), 1904.

76. Васильев, И. В. Тр. Бюро Энтом. 7 (2), 1907.

77. Shaw, H. B. Unit. Stat. Dept. Agric., Farmers, Bull. 772, 1916.

78. Thorne, G. U. S. Dept. Agric. Farmers, Bull. 1514, 1926.

79. Leukel, R. W. Journ. Agric. Res., **27**, 1924: 925.

ГЛАВА XIII

Ядовитость и химическое строение.

Определение степени ядовитости. Для определения связи между ядовитостью вещества и его химическим строением необходимо иметь метод определения токсичности. В самом деле, способы определения достоинства различных инсектисидов, фунгисидов, протравителей семян и средств для дезинсекции почвы требуют применения химических методов к вопросам защиты растений. По словам лорда Кельвина познавание начинается с измерения, а измерение есть прежде всего сравнение.

Для получения цифр, пригодных для сравнительного изучения употребляемых материалов, они должны быть получены при условиях, встречающихся на практике. Единственным, хотя долгим, дорогим и трудным способом получения таких данных являются опыты в поле. Если мы, например, желаем сравнить между собой два удобрения, то мы должны поставить с ними полевые опыты в течении ряда лет, чтобы исключить экспериментальные ошибки и влияние внешних условий. Но успешное выполнение серии опытов по сравнительной оценке двух инсектисидов значительно труднее: там мы имеем только один биологический фактор — посеянное растение, а в последнем случае два — растение-хозяина и вредителя. Кроме того, при испытании удобрений возможно предсказать и подобрать условия так, чтобы разница в урожае контрольных и опытных делянок была больше ошибки опыта и дала возможность вывести решающее заключение.

При опытах же опрыскивания очень часто случается, что неблагоприятные климатические условия или неравномерное распределение вредителя не позволяют оценить степень заражения или нанесенного вреда с достаточной точностью для вывода определенных заключений.

Для преодоления этих затруднений или, по крайней мере, для рационального отбора средств борьбы, заслуживающих полевого

испытания, были сделаны попытки определить сравнительное достоинство инсектисидов и фунгисидов не столь сложным путем, чтобы оказалось возможным изучать лишь один-два фактора, от которых зависит действительность средства при практическом применении. Обычно для сравнения берут токсичность средства. У мышьяковистых соединений, причиняющих ожоги растениям, благодаря образованию растворимого мышьяка, можно измерять скорость этого растворения. Действительность клея может быть определена прочностью его прилипания к различным поверхностям. Однако, ниже мы будем рассматривать сравнительное достоинство фунгисидов и инсектисидов.

При ближайшем рассмотрении вопросов, связанных с такими определениями, мы можем для руководства взять уже испытанные методы. Для сравнения токсичности различных средств для эктофитных грибков, убиваемых непосредственным соприкосновением с ними, мы можем взять в качестве примера исследование Salmon'а (1) о действии фунгисида на мучнистую росу хмеля (*Sphaerotheca macularis* Magnus forma *humuli*). Следующие факторы должны быть при этом учтены и, по возможности, „стандартизованы":

1. Растение - хозяин, так как от его роста и здоровья зависит развитие гриба и его сопротивляемость фунгисиду.

2. Грибок, так как сопротивляемость его фунгисиду зависит от степени его развития.

3. Способ опрыскивания, так как необходимо добиться полной однородности соприкосновения грибка и фунгисида.

Для получения однородных растений все они были в одно время и при одинаковых условиях отведены черенками от одного куста.

Для исключения неоднородности результатов со стороны грибка раствор фунгисида наносился на пятна грибка в одной стадии развития (конидиальная стадия), находящиеся на молодых сильно растущих листьях 3-го — 9-го междоузлий. Если же требовалось сравнить два фунгисида при возможно близких биологических условиях, то Salmon экспериментировал с пятнами грибка на листьях одного и того же междоузлия.

Для обеспечения однородности опрыскивания и смачивания грибка определенное количество одного и того же ингредиента употреблялось во всех сравнительных опытах. Раствор наносился ручным опрыскивателем, дающим тончайшую пыль достаточно сильной струей, чтобы насквозь промочить пятна грибка. Контрольные данные получались при опрыскивании одним растворителем. Раствор фунгисида считался достаточно ядовитым, если на умерщвленных опрыскиванием пятнах грибка через десять дней не появлялись новые конидиеносцы.

Результаты этих исследований были уже обсуждены выше (стр. 82). Следует только упомянуть, что они строго применимы только для грибка *S. macularis* в указанных условиях. Для прочих видов мучнистой росы на других растениях и при других условиях абсолютно смертельная доза фунгисида (0,1% полисульфидной серы плюс ингредиент для *S. macularis*), повидимому, будет изменяться, но можно предположить, что относительные значения для различных растворов останутся приблизительно постоянными. Встречающиеся трудности в истолковании подобны затруднениям при использовании и результатов данных культуры в вегетационных сосудах для полевой практики. Они неизбежны при всех опытах, когда избраны произвольные условия эксперимента. Но в данных условиях абсолютные цифры не слишком важны, гораздо важнее относительные величины.

В случае эндофитных грибов прямое токсическое действие имеет меньшее значение. Фунгисид действует как защитное средство, и он тем ценнее, чем лучше удерживается на листве. Однако, были сделаны попытки сравнить относительную „прилипаемость“ различных фунгисидов, употребляя споры грибов для измерения их ядовитости.

При сравнении ядовитости инсектисидов отпадает экспериментальная трудность стандартизации растения хозяина. Возможно отделить от растения лист с насекомым без вреда для последнего или же изучать насекомое само по себе. При определении достоинства желудочно-кишечных инсектисидов появляется новое затруднение, так как трудно регулировать поедание насекомым отравленной листвы. Cook и McIndoo (2) проделали в этом направлении некоторые опыты, но все таки были принуждены многократно повторять опыты с большим количеством насекомых в каждом отдельном случае для исключения ошибок эксперимента от многочисленных, не поддающихся учету факторов. Campbell (3) обошел это затруднение, использовав способность насекомых впитывать капельки жидкости. Таким путем он смог рассчитать количество яда, поглощенного каждой особью. По его мнению, таким образом, при достаточном количестве данных можно точно определить относительную ядовитость инсектисидов.

В качестве примера количественного исследования ядовитости контактных инсектисидов, можно взять основательные работы Tattersfield'а с сотрудниками (4). Для этой цели следует контролировать лишь два фактора, так как мы снова можем исключить растение-хозяина.

1. *Насекомое*. Наиболее удобной оказалась тля *Aphis rumicis*. Для исключения индивидуальной изменчивости тли выводились каждый сезон от одной самки и для опытов применялись взрослые бескрылые особи женского пола из каждой генерации (см. стр. 297).

2. *Нанесение раствора.* Важно было подвергнуть каждое насекомое действию одного и того же количества яда. Равное количество насекомых распределялось на постоянной поверхности и равномерно опрыскивалось струей постоянной силы (при равных давлении, количестве жидкости, разведении ее, смачивании и прилипании). Принималось, что при этих условиях каждое насекомое получало равное количество яда. Были сконструированы специальные приборы и стандартизирована техника применения (5).

Для определения токсичности мертвые и умирающие насекомые подсчитывались через два дня после каждого опрыскивания раствором определенной концентрации. Из данных процента смертности и концентрации инсектисида выводилась кривая. Для сравнительной оценки инсектисидов бралась цифра концентрации, необходимая для умерщвления половины насекомых.

Вопрос об относительной ядовитости химических веществ для защиты растений является не единственным затруднением при их изучении. В полевой обстановке действительность средства с практической точки зрения лучше всего выражается выгодностью его применения при учете возможных последствий. Обычно результаты выражают как прибыль, хотя до сих пор это понятие несколько неопределенно.

В опытах в вегетационных сосудах трудность изображения результатов может быть обойдена, как в работе Salmon, отметкой минимальной концентрации условной смертельности или, как в работе Tattersfield, концентрации, дающей 50% смертности. В токсикологических исследованиях над высшими животными обычно сравнивают ядовитость различных веществ с весом животных, принимая, что количество яда, необходимое для получения известного эффекта, прямо пропорционально весу. Вследствие трудности получения подобных цифр, для оценки желудочно-кишечных инсектисидов Holloway (6) ввел „показатель ядовитости“. Он принял, что при одинаковых условиях продолжительность жизни отравленного насекомого обратно пропорциональна ядовитости инсектисида. Он выработал ряд условий, при которых возможно, взяв за стандарт Парижскую зелень марки „Лаванбург“, выразить показатель ядовитости (x) любого другого желудочно-кишечного яда, равный отношению продолжительности жизни насекомого, отравленного Парижской зеленью „Лаванбург“, к продолжительности жизни насекомого, отравленного испытуемым веществом. На сходной мысли основывались Cook и McIndoo, оценивавшие результаты опытов по проценту насекомых, умерших в течение определенного времени после поедания пищи, смоченной раствором мышьяковистых соединений определенной

концентрации. Campbell применял и период переживания и концентрацию мышьяковистых соединений для построения кривых сравнительной ядовитости. Однако, вследствие недостатка данных, он не мог дать количественного выражения относительной ядовитости.

В своих работах по применению органических соединений для терапевтических целей Ehrlich (7) для их относительной оценки ввел понятие „хемотерапевтического показателя“, являющегося отношением c/t, где c является дозой лечебной (*dosis curativa*) и t — максимальной переносимой (*dosis tolerata*). Он применял вещества с малым показателем. Этот принцип использовал в Германии Riehm (8) с целью исследования действительности различных органических соединений, предложенных для протравливания семян. Для исследования он брал зерна пшеницы или ячменя, сильно зараженные спорами головни. Принималось, что при обработке больших количеств зерна (до 200 *г*) можно избегнуть случайных ошибок опыта. За „*лечебную дозу*“ принималась минимальная концентрация вещества, при определенных условиях предотвращающая прорастание спор головни, за „*переносимую*“ — максимальная концентрация, не вредящая всхожести семян. Определение последней величины (называемой также „токсичной дозой“) довольно затруднительно, так как трудно воспроизвести искусственно условия прорастания в поле. Кроме того, здесь затрагивается и быстрота — так называемая энергия — прорастания [1]. Riehm принял за стандартную такую концентрацию, при которой энергия прорастания уменьшается на 10% (беря для определения ее пять образцов семян). Gassner (9) работал приблизительно так же, но за стандарт принял величину, оцениваемую всхожестью и энергией прорастания. Он нашел, что понижение всхожести связано с удлинением периода прорастания; разделяя всхожесть на среднюю скорость прорастания, он получил „величину оценки“, в контрольных опытах принятую за 100. Так как ошибка опыта равнялась 5%, то он принял за токсичную дозу такую концентрацию, при которой „величина оценки“ падала до 95%.

Riehm получал отношение концентрации, действующую на всхожесть, к концентрации, мешающей развитию спор, принимая, что чем больше будет частное, тем лучше результаты применения этого вещества в полевых опытах. Gassner пользовался хемотерапевтическим [2]) по-

---

[1]) Всхожесть определяется процентом семян, прорастающих при благоприятных условиях; энергия прорастания—количеством семян, прорастающих в определенное время.

[2]) Как указал Riehm, в наших условиях эта величина не может быть названа „лечебной“, так как здесь химическое вещество не лечит, а защищает; скорее это будет „хемопрофилактический показатель“.

казателем Эрлиха, но для отбора веществ, могущих оказаться применимыми в полевых опытах, расширил исследование. Лечебная доза определялась погружением зараженного зерна в растворы различных концентраций (в практике погружение заменяется опрыскиванием зерна в кучах). Кроме того, лечебная доза (*cB*) определялась опрыскиванием зараженного зерна при точно определенных условиях растворами различных концентраций. „Коэффициент опрыскивания" *B* вычислялся по формуле:

$$B = \frac{\textit{лечебная доза} \text{ (при опрыскивании)}}{\textit{лечебная доза} \text{ (при погружении)}}.$$

Он принимал, что хемотерапевтический показатель не изменяется как при опрыскивании, так и при погружении. В нижеследующей таблице помещены некоторые данные, которые получили Gassner и Esdorn (10), изучившие около двадцати ртутно-органических соединений. При испытании они смешивались с хлористым или сернокислым натрием, чтобы довести среднее содержание ртути в смеси до 17,5%. Из полученных данных можно заключить, что вещество, помеченное в таблице „P 25", сходно с продажным протравителем „Гермизан", „P 15"—с маркой „Успулун" и „P 21" с маркой „Корона 620". Для выбора наиболее обещающих веществ они обращали внимание на следующие их свойства:

1) низкий хемотерапевтический показатель (ниже 0,5), чтобы иметь достаточный запас безопасности;

2) близость коэффициента опрыскивания к единице. Это число показывает, во сколько раз необходимо увеличить концентрацию вещества при переходе от способа погружения к способу опрыскивания. Если оно равно единице, то оба способа тождественны по своему действию;

3) низкое процентное содержание ртути, так как при этом в случае низкой лечебной дозы вещество оказывается более дешевым;

4) безвредность для людей и животных. На этом основании была забракована весьма ядовитая метил-иодная ртуть (P 30), хотя она оказалась наиболее активной из всех исследованных соединений.

На основании полученных ими данных упомянутые авторы рекомендуют для протравливания семян вещества P 3, P 23, P 15 и указывают наиболее пригодные для этой цели концентрации. Они не исследовали зависимость между дезинфицирующими свойствами и химическим строением веществ, считая, что этим должны заняться химики, но все-таки обратили внимание на некоторые интересные особенности: ядовитость неорганических солей пропорциональна степени их диссоциации; так сулема гораздо активнее цианистой ртути, а последняя

в водном растворе почти не диссоциирована, хотя осаждается сероводородом (см. стр. 228). В случае органических соединений отношения сложнее: Р 23 не диссоциирует в растворе, но по ядовитости почти не уступает сулеме. Два соединения, весьма ценные в медицине—ртутные производные фенолфталеина и флуоресцеина, оказались бесполезными для протравливания. Заметно сильное влияние заместителей в бензольных кольцах на ядовитость соединения: хлор и нитрогруппа равноценны (в Р 21 и Р 15), замещение их группой карбоксила понижает ядовитость (в Р 7). Это же влияние карбоксила сказывается на меньшей токсичности Р 24 по сравнению с Р 23.

	Наименование веществ	Способ погружения				Способы опрыскивания	
		Формула	Лечебная доза c	Токсическая доза t	Хемотерапевтический показатель c/t	Лечебная доза cB	Коэффициент опрыскивания B
P_1	Сулема	$HgCl_2$	0,025	0,1	0,25	0,08	3,2
P_4	Цианистая ртуть	$Hg(CN)_2$	> 10	0,9	> 11	2,0	> 0,2
P_3	Основная цианистая ртуть	$Hg(OH)CN$	0,1	0,28	0,36	0,21	2,1
P_{30}	Метил-иодная ртуть . . .	$Hg \cdot CH_3 \cdot J$	0,001	0,015	0,07	0,008	8,0
P_{23}	Ртуть—натрий-фенолят .	$(NaOC_6H_5)_2Hg$	0,05	0,17	0,29	0,18	3,6
P_{21}	Натриевая соль о-нитрофенолосернокислой ртути	$C_6H_3(NO_2)(OH) \cdot (HgSO_4Na)$	0,07	0,3	0,23	0,28	4,0
P_{15}	Натриевая соль хлорфенолосернокислой ртути	$C_6H_3(Cl) \cdot (OH) \cdot (HgSO_4Na)$	0,08	0,25	0,32	0,33	4,1
P_{25}	Натриевая соль крезолцианистой ртути . . .	$C_6H_3CH_3 \cdot ONa \cdot HgCN$	0,12	0,35	0,34	0,14	1,2
P_{24}	Натриевая соль ртутнодисалициловой кислоты	$[C_6H_3 \cdot (OH) \cdot (COONa)]_2Hg$	1,0	1,4	0,7	1,0	1,0
P_7	Натриевая ртуть ртутносалициловой кислоты .	$C_6H_3 \cdot OH \cdot COONa \cdot HgOH$	2,0	2,5	0,8	1,0	0,5
	Формалин	$H.CHO$	0,13	0,1	1,3	0,05	0,38

Особое положение формалина требует объяснений в виду несомненного успеха его применения для протравливания зерна в кучах.

Из приведенных данных видно, что он имеет весьма невыгодный хемотерапевтический показатель и очень низкий коэффициент опрыскивания. Gassner и Esdorn связывают величину *B* с поглощением активного вещества поверхностью зерна. Поглощенное вещество становится безвредным для спор грибов и внутренности зерна. При погружении требуется бо́льший объем раствора, чем при опрыскивании зерна. Поэтому кажущееся понижение ядовитости будет заметнее при последнем способе и выразится в высоком *cB* по отношению к *c*. Высокое значение для *B* указывает на сильное поглощение токсичного вещества, что видно на примере Р 30. Gassner (9) дает следующие ряды:

	c %	*cB* %	*B*
Формалин	0,1	0,05	0,5
Гермизан	0,12	0,14	1,2
Успулун	0,08	0,33	4,1

и тем самым показывает, что низкий коэффициент опрыскивания и кажущееся превосходство формалина при протравливании в кучах зависит от его сравнительно малой поглощаемости.

1. См. (46) на стр. 83.
2. Cook, F. C. and Mc Indoo, N. E., U. S. Dept. Agric., Bull. 1147, 1923.
3. Campbell, F. L., Journ. Agric. Res., **32**, 1926: 359.
4. Tattersfield, F., Journ. Agric. Sci, **17**, 1927: 181.
5. Tattersfield, F. and Morris, H. M., Bull. Entom. Res., **14**, 1924: 223.
6. Holloway, T. E., Journ. Econ. Entom., **5**, 1912: 452.
7. Ehrlich, P., Die experimentelle Chemotherapie der Spirillosen, Berlin, 1910.
8. Riehm, E., Zeitschr. angew. Chem., **36**, 1923: 3.
9. Gassner, G., Arb. Biol. Anst. **11**, 1923: 339.
10. Gassner, G. und Esdorn, J., ibid., **11**, 1923: 373.

Связь между химическим строением и токсичностью. Жизнь является весьма сложным комплексом различных процессов. Поэтому всякая попытка связать химическое строение какого-либо яда с его действием на живую ткань может быть лишь приблизительной и в значительной степени гипотетичной. В нашей области мы имеем дело с довольно ограниченной частью живого мира, с грибами и насекомыми. Однако, изучение токсичности инсектисидов и фунгисидов является лишь звеном длинной цепи физиологических проблем, от уничтожения бактерий до наркоза человека.

Хотя до сих пор многое еще недостаточно выяснено и многое в действии ядов на различные организмы еще мало понятно, все же в явлениях отравления мы можем отметить ряд выдающихся и инте-

ресных общих черт. Всему живому, растительному и животному миру обща первичная структурная единица — клетка. Не все клетки схожи друг с другом, но каждый организм построен из одной или многих клеток. Клетка может быть бесструктурной амебой или принадлежать к высоко организованному организму человека, но в обоих случаях ее можно рассматривать как массу протоплазмы, отграниченную более или менее резко выраженной эктоплазмой, которая отлична от стенки растительной клетки и является лишь границей клеточной протоплазмы. Рассмотрение и изучение эктоплазмы позволило составить известное представление о природе физико-химических процессов внутри самой клетки.

Обычно принимается, что при отравлении имеется проникновение яда внутрь клетки, определяемое проницаемостью клеточной оболочки. Overton (11), при изучении проницаемости растительных клеток для различных красок, заметил, что оболочки клеток обычно проницаемы для веществ, растворимых в жирах, и отсюда заключил, что клеточная оболочка построена из соединений, сходных с жирами по растворяющим свойствам. Имелись основания утверждать, что составные части протоплазмы, понижающие поверхностное натяжение воды, должны собираться на поверхности протоплазмы. Если же водный раствор какого-либо вещества привести в соприкосновение с живой клеткой, то количество вещества, которое растворяется в жиру или липоиде [1]), будет определяться коэффициентом распределения этого вещества [2]) между водой и липоидом.

Отсюда возникла липоидная теория наркоза Overton и Meyer (12), согласно которой наркотическое действие любого вещества определяется его коэффициентом распределения между липоидами (или жиром) и водой. Чем он будет выше, тем больше будет концентрация вещества в липоидном слое протоплазмы, откуда оно будет действовать на физико-химические свойства самой протоплазмы (13).

При рассмотрении инсектисидных свойств жирных кислот мы наблюдали повышение их ядовитости от уксусной к лавриновой кислоте. Tattersfield (14) показал, что их ядовитость возрастает параллельно с понижением коэффициента распределения в системе вода-оливковое масло.

[1]) Липоиды отличаются от настоящих жиров (глицериновых эфиров жирных кислот) тем, что содержат в своей частице азотистые или фосфорнокислые радикалы.

[2]) Если раствор какого-либо вещества взболтать с какой-либо жидкостью, не смешивающейся с первой, но растворяющей растворенное в ней вещество, то отношение концентраций c_1/c_2 в двух слоях будет постоянным, если не произойдет изменения молекулярного состояния растворенного вещества. Отношение c_1/c_2 есть коэффициент распределения.

Липоидная теория подтверждается высокой растворимостью летучих анэстетиков в липоидах. Но в последнее время стали в ней сомневаться: согласно этой теории клеточная оболочка должна содержать липоиды или им подобные вещества, что мало вероятно. Кроме того, как будет показано ниже, другие физические свойства легко растворимых в липоидах веществ могут объяснить, хотя бы отчасти наблюдаемые явления.

Проницаемость клеточной оболочки явилась центральным вопросом работы Traube (15). Его теория „внутреннего сцепления" (Haftdruck) основывается на концентрировании на поверхности раствора тех растворенных веществ, которые понижают поверхностное натяжение раствора, являются „поверхностно активными". Такое концентрирование на поверхности понижает концентрацию растворенного вещества внутри раствора, уменьшает „сцепление" между растворенным веществом и растворителем. Грубо говоря, растворитель стремится избавиться от растворенного вещества, сдерживающие силы здесь меньше, чем в том случае, когда не имеется поверхностного концентрирования. Далее принимается предположение, что на поверхности клеточной протоплазмы (на оболочке клетки) будут накопляться поверхностно-активные вещества, т. е. на поверхности раздела плазма/раствор концентрация их повысится. Поэтому вещества, более всего понижающие поверхностное натяжение их растворов, будут скопляться на поверхности клетки, как если бы они растворялись в поверхностном липоидном слое. Это предположение является слабым местом теории, так как Traube в основу своей работы положил свойства поверхностей раздела раствор/воздух. Нельзя с уверенностью сказать, что во всех случаях действие растворенного вещества на поверхность раздела оболочка/раствор будет такое же как на поверхность раздела раствор/воздух.

Traube показал, что в гомологических [1]) рядах количества веществ, производящих одинаковое понижение поверхностного натяжения, относятся между собой, как $1:3:3^2:3^3$ и т. д. Такое же соотношение найдено и для ядовитости некоторых членов гомологических рядов. Fühner (16), например, исследуя наркотическое действие бензина на крыс и мышей, показал, что в ряду нормальных углеводородов от пентана C_5H_{12} до октана C_8H_{18} активность каждого последующего в три раза больше, чем предыдущего. Uppal (17), исследуя ядовитость спиртов на споры *Phytophthora colocasiae* Rac., нашел, что эквивалентные ядовитости спиртов этилового C_2H_5OH,

[1]) В химии углерода известны ряды соединений, сходных по строению, но каждый предыдущий член ряда содержит на одну группу CH_2 меньше, чем последующий. Такие ряды называются гомологическими.

нормального пропилового C_3H_7OH и нормального бутилового C_4H_9OH относятся, как: 1:3:3²...; далее он отмечает, что и Kamm нашел такое же соотношение для молекулярной ядовитости различных нормальных спиртов по отношению к инфузории парамеции.

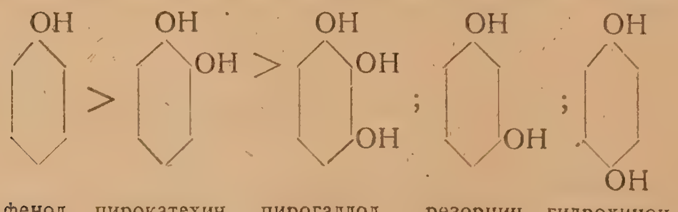
Возвращаясь к нашей грубой схеме теории „давления внутреннего сцепления“, мы увидим, что если раствор поверхностно активного вещества привести в соприкосновение с другим растворителем, с первым не смешивающимся, но в котором это поверхностно активное вещество растворяется и производит меньшее понижение поверхностного натяжения, то тогда это вещество будет переходить в другой растворитель. Иначе говоря, коэффициент распределения должен быть связан с действием растворенного вещества на поверхностное натяжение обеих жидкостей.

Traube (15) показал, что для метилового, этилового и пропилового спиртов (членов гомологического ряда) коэффициенты распределения в системах бензол/вода, четыреххлористый углерод/вода и сероуглерод/вода относятся приблизительно как 1:3:3².

Итак, мы установили замечательное математическое соотношение между ядовитостью некоторых гомологических соединений и некоторыми их физическими свойствами — понижением поверхностного натяжения в растворах и их растворимостью. Аналогичные соотношения найдены и у органических соединений, не являющихся членами гомологического ряда. Для примера возьмем относительные ядовитости орто-, пара- и мета-нитрофенолов.

Plantefol (18) нашел, что для грибка *Aspergillus niger* Tiegh. парапроизводное ядовитее, чем орто-производное. Tattersfield с сотрудниками (19) нашли, что для тли *Aphis rumicis* пара-нитрофенол ядовитее орто-нитрофенола. Rideal (20) указывает, что из трех нитрофенолов пара-нитрофенол наиболее ядовит для спор и он же более всего понижает поверхностное натяжение воды.

Cooper (21) заметил, что введение гидроксильных групп в бензольное ядро понижает бактерицидные свойства фенола. Tattersfield (22) подтвердил эти наблюдения для *Aphis rumicis*:



фенол пирокатехин пирогаллол резорцин гидрохинон

и, кроме того, отметил, что два другие диоксибензола—резорцин и гидрохинон—менее ядовиты, чем фенол. По его же данным, это

падение ядовитости идет параллельно повышению растворимости этих веществ в воде и возрастанию их коэффициента распределения между водой и бензолом. При 25° С эти коэффициенты равны для фенола 0,408, для пирокатехина 9,174, для пирогаллола 125.

Rideal нашел сходное соотношение между понижением поверхностного натяжения воды и действием на споры тех же соединений:

фенол > резорцин > гидрохинон > пирогаллол.

В приведенных примерах мы имели дело с двумя точками зрения на проницаемость; каждая из них может быть определена, исходя из понятия поверхностной адсорбции, при чем рассматриваемой поверхностью является граница раздела между протоплазмой и окружающим раствором. Поставленные вопросы мы разбирали преимущественно физически, рассматривая концентрацию „поверхностно-активного" вещества на поверхности раздела и измеряя ее в одном случае ее коэффициентом распределения между липоидами и водой, во втором—способностью понижать поверхностное натяжение воды.

Обращаясь к химической стороне вопроса (хотя следует помнить, что и физические свойства вещества обусловлены его химическим строением), разберем свойства водорастворимых солей. Природа ионов имеет важное влияние на их адсорбцию, а результаты адсорбции будут определяться, главным образом, химическими свойствами ионов. Установлена связь между адсорбцией и ядовитостью медного купороса, сулемы и других солей тяжелых металлов, тогда как действие растворимых фтористых, щавелевокислых и некоторых других солей на процессы обмена веществ в организме объясняется связыванием ими ионов кальция в протоплазме. Здесь мы встречаемся с явлением коагуляции коллоидов протоплазмы и с значением концентрации водородных ионов в его физиологических применениях.

В настоящее время очевидно, что степень и результат адсорбции органических соединений связаны с их химическим строением. Влияние химического строения на адсорбцию и родственное явление поверхностного натяжения подробно изучили Langmuir (23) и Harkins (24). Для лучшего понимания их теорий возвратимся к простому случаю поверхности раздела раствор/воздух и поверхностно-активному веществу, понижающему поверхностное натяжение этой границы раздела. Основной чертой этой теории, объясняющей механизм понижения поверхностного натяжения и высказанной обоими авторами независимо друг от друга, является предположение, что он зависит от способа распределения молекул в поверхностном слое. Предполагается, что в молекуле адсорбируемого вещества имеется активная или „полярная" группа, обладающая специальным сродством

(стремлением к соединению) с водой. В органических соединениях активные группы (обычно кислые или основные, т. е. OH, COOH, NH_2 и т. д.) оборачиваются к воде, углеводородный остаток к воздуху. Наличие полярных групп заставляет молекулы на поверхности раздела раствор/воздух располагаться в определенном порядке, что обусловливает особенные свойства этой поверхности. На стр. 64 мы упоминали теорию Moore о повышении кроющей способности при помощи некоторых протеиновых производных; можно сказать, что он приписывал изменение поверхностных свойств раствора присутствию групп, „полярных" к поверхности листа.

Возвращаясь к нашей поверхности раздела, оболочке клетки, и применяя представление об определенном расположении молекул ядовитого вещества, мы можем сказать, что это расположение будет зависеть от химического строения яда. Если, например, таким веществом будет мыло, то полярная группа его (карбоксил) будет погружена в раствор, а длинная углеводородная цепь направится к центру клетки. Если эта неполярная часть молекулы растворима в липоидах, то мы снова сталкиваемся с липоидной теорией. Возможно, однако, что одной растворимости в липоидах недостаточно для серьезного нарушения обмена веществ клетки. Но если на поверхности раздела или вблизи от нее будут иметься составные части клеточной плазмы, обладающие полярными группами противоположных свойств, по сравнению с теми, которые выступают в окружающий клетку раствор, то тогда возможно нарушение роста. Такие группы имеются в протеинах, обладающих как основными — NH_2, так и кислыми — COOH группами.

Распространяя это представление далее, мы можем предположить, что поверхность плазмы (эктоплазма), вследствие ориентации молекул, имеет определенное строение и что в некоторых точках поверхности имеются полярные группы, иногда в этом случае называемые „акцепторами". Если вещество, прибавляемое к окружающему плазму раствору, имеет только одну полярную группу, то адсорбция его может в известной степени нарушить жизненные процессы, если же две или более, особенно расположенные соответственно размещению акцепторов поверхности плазмы, то может получиться более определенное соединение, влекущее за собой более глубокие изменения в процессе обмена веществ. Таким образом, мы получаем возможное объяснение специфичности многих биохимических реакций: соединения токсинов и антитоксинов, особенных свойств преципитинов и аглютининов, специфичности многих энзимов, возможно, и многих вопросов защиты растений.

Это представление о многоточечном действии с первого взгляда кажется весьма искусственным, но уже и теперь, в первые дни

существования этой теории, есть много доказательств того, что она недалека от истины. Например, Bragg и его ученики (25) при помощи рентгенографического анализа показали, что в тонкой пленке вазелина на твердой поверхности длинные молекулы углеводородов расположены стоймя по отношению к поверхности.

Поэтому мы можем с известным основанием сказать, что казавшаяся безнадежной проблема связи между химическим строением (а от него зависят и физические свойства) и степенью ядовитости вещества не так уже фантастична и что получены чрезвычайно интересные результаты. Возможно, что, когда будет накоплено больше данных, эти представления, столь гипотетические в настоящее время, будут иметь глубокое влияние на применение химии к защите растений.

11. Overton, E., Jahrb. f. wiss. Botan., **34**, 1899: 669.
12. Overton, E. und Meyer, H., Studien über Narkose, Berlin, 1901.
13. Höber, R., Pflügers Archiv., **120**. 1907: 492.
14. Tattersfield, F., Journ. Agric. Sci., **17**, 1927: 181, Tattersfield, F. and Gimingham, C. T., Ann. Appl. Biol., **14**, 1927: 331.
15. Traube, I., Phil. Mag., (6), **8**, 1904: 704.
16. Fühner, H., Biochem. Zeitschr., **120**, 1921: 143.
17. Uppal, B. N. Journ. Agric. Res., **32**, 1926: 1069.
18. Plantefol, L., Compt. rend., **174**, 1922: 123.
19. Tattersfield, F., Gimingham, C. T. and Morris, H. M., Ann. Appl. Biol. **12**, 1925: 218.
20. Rideal, E. K., 5 th Rep. on Colloid Chemistry, Brit. Ass. Adv. Sci., London, 1923: 31.
21. Cooper, E. A., Biochem. Journ. **7**, 1913: 175.
22. Tattersfield, F., Journ. Agric. Sci., **17**, 1927: 181.
23. Langmuir, I., Journ. Amer. Chem. Soc. **39**, 1917: 1848.
24. Harkins, W. D., Davis, E. C. H. and Clark, G. L., Journ. Amer. Chem. Soc., **39**, 1917: 541.
25. Hardy, W., Journ. Chem. Soc. **127**, 1925: 1207.

ГЛАВА XIV

Биологические меры борьбы.

Мы уже видели ранее, что необходимость применения методов борьбы с вредителями растений появляется, как следствие разрушения человеком природного биологического равновесия. Вводя культуру определенного растения, человек невольно способствует размножению и распространению вредителей, живущих на этом растении. Стремление вернуться к утраченному равновесию снова начинает играть роль во взаимоотношениях между вредителями и факторами, применяемыми для ограничения их размножения и распространения.

Поддержка полезных организмов, уже существующих в данной местности, заключается, в общем, в защите их от неблагоприятных условий, в частности, — от вредящих им организмов. Так, например, для насекомоядных птиц, поддержка их может заключаться в снабжении их водой, удобными местами для гнездования и в защите их от хищных птиц, кошек, похитителей яиц. Эти мероприятия ограничены благодаря их стоимости, а результаты их обычно невелики по сравнению с иногда разительными последствиями введения врагов вредителей, не водившихся ранее в этой местности.

Биологические методы борьбы, заключающиеся в целевом введении новых видов полезных организмов, имеют некоторые специфические черты, о которых небесполезно сказать несколько слов. Введение нового растения, — будничное явление в области полеводства, садоводства и цветоводства, — не представляет практических затруднений, если условия климата, питания и проч. подходят для нормального развития этого растения. Во многих случаях необходимо изменять нормальные местные условия применением некоторых искусственных мер, например, устройством оранжереи, чтобы лучше удовлетворить потребности растения, приспособленного к более теплому климату.

В некоторых случаях, когда вредители чужеземного растения отсутствуют в новом месте его произрастания, а естественные условия благоприятны, может случиться, что внедрение и распространение этого растения сделаются столь интенсивными, что оно, перешагнув через пределы полезности, сделается определенным врагом других культур. Позже мы рассмотрим несколько примеров подобного рода, когда перейдем к рассмотрению биологических методов борьбы с сорняками.

Кроме тех вредителей, которые были завезены с родины растения, нового для данной страны, на него может нападать также и целый ряд вредителей местных, то-есть той страны, куда растение завезено. Заражение нового растения совершается весьма легко, если оно имеет родственные формы в местной флоре, дикие или давно уже разводимые человеком. Так, американские тополя, завезенные в Европу, сильно страдают от вредителей, получая вредную фауну с местных тополей и осин. Но те растения, которые чужды местной флоре, вредителей из нее или вовсе не заимствуют, или только немногие из них приспособляются к новому растению. Так картофель на своей родине в Америке имеет целый ряд вредителей из числа насекомых, тогда как в Европе он почти ими не повреждается, зато он сильно страдает от грибных болезней, завезенных из Америки. [Белая акация (*Robinia pseudacacia)*, гледичия (*Gleditschia*) и уксусное дерево (*Ailanthus*) все три отлично растут и, вместе с тем, удивительно свободны от вредителей на нашем юге. Между тем каждое из них на своей родине, в Америке, несет целую фауну вредителей. То же мы имеем и с евкалиптами в южной Европе, куда они завезены из Австралии. *И. Ф.*].

Если вредители ввезены вместе с растением, то, благодаря возможному отсутствию организмов, которые на их родине снижают их количество, они могут размножаться в таком изобилии, что на новом месте своего обитания начинают угрожать культуре не только своего первоначального хозяина, но и других растений. Ввезение паразитов этих вредителей из их старой родины может часто быть применено в качестве успешного метода борьбы.

Предположим, что растение-хозяин преуспевает на новом месте своего произрастания вследствие благоприятных условий питания и благодаря отсутствию вредителя. Однако, при современных методах транспорта шансы завоза вредителя весьма велики и можно быть уверенным, что после достаточного промежутка времени он водворится в новом месте. Однажды завезенный он должен будет занять подобающее ему место в установлении естественного равновесия. Однако, вполне возможно, что его значение будет ничтожным срав-

нительно с таковым на его родине в виду того, что естественные условия на месте его нового поселения будут неблагоприятны для его развития. Таким образом, вероятность отсутствия паразита вредителя будет зависеть от промежутка времени, протекшего между ввозом растения-хозяина и его вредителя. Этим объясняется выдающийся успех этого метода, который имел место в местностях, где изменение присущих им экологических условий произошло сравнительно недавно, как, например, в Новом Свете и в Австралии.

Кроме того, вероятность отсутствия паразитов зависит от относительной изоляции той местности, где они отсутствуют, от той, где они существуют. Такая изоляция существует, например, на Гавайских островах или на Новой Зеландии, где изолирующим барьером является окружающий их океан, или же в Калифорнии и Восточной Австралии, где барьером с одной стороны служит океан, а с другой пустыня или горы. На таких „экологических островах“ мы можем надеяться на широкий успех применения биологического метода борьбы путем введения новых форм организмов.

[Возможность успеха применения паразитов, кроме соответствия их внешним условиям новой родины и отсутствия врагов, зависит и от других свойств паразита, а именно: 1) от их плодовитости, которая должна быть выше, чем плодовитость вредителя; 2) от присутствия промежуточных хозяев, нужных на тот период жизни, который паразит не может почему либо проводить за счет данного вредителя. *И. Ф.*].

Высшие животные. Среди высших животных успех биологического метода борьбы ограничивается поддержкой тех из них, которые являются полезными, вследствие истребления ими вредитетей. Это зависит от того, что благодаря способностям к миграции и выносливости к внешним условиям существования высшие животные проникают на новые территории почти автоматически, вслед за распространением цивилизации.

Значение некоторых птиц, как естественных врагов полевок и мышей, было известно с давних времен. Эти грызуны, из коих „полевая мышь“ (на самом деле полевка *Microtus agrestis*), пожалуй, наиболее серьезный вредитель, временами размножаются так сильно, что причиняют большие опустошения. Так, например, в 1892 г. в Шотландии напасть была столь велика, что понадобилось правительственное обследование (1). [Не менее вредны полевки и в СССР; размножение их время от времени вспыхивает в самых различных областях. *И. Ф.*].

Причины, обусловливающие происхождение таких вспышек будут изложены ниже. Однако в обыкновенных условиях, пустельга

и болотная сова могут оказать большое влияние, задерживая развитие этих вредителей.

Насекомоядные птицы несомненно играют значительную роль в регулировании естественного равновесия насекомых. Так, например, установлено, что в Соединенных Штатах не менее 36 видов птиц питаются плодожоркой (*Cydia pomonella L.*). Mc Atee (2) вычислил, что в некоторых местностях около 66—85% всех зимующих гусениц уничтожается птицами. В Голландии (3) значение птиц, как пожирателей насекомых, нашло свое отражение в установлении специальной Секции орнитологии в общей фитопатологической службе. Van Poeteren замечает, что „поддержка насекомоядных птиц является наиболее существенной формой биологического метода борьбы, который мы применяем в нашей стране“. [Такое же отделение с исследовательскими задачами существует в Biologisches Reichsanstalt в Германии; особая секция выделена для этой работы в нашем Институте Защиты Растений. *И. Ф.*].

Поддержка определенного вида птиц может быть успешна лишь при условии основательного знания биологии такового — как это указывает, например, относительно египетского ибиса (*Ardea ibis* L.) Kirkpatrick (4). Эта птица лет 25 тому назад изобиловала в Египте, но была настолько основательно выбита охотниками за перьями, что в 1921 г. осталось только две небольших колонии из нескольких пар. В это время заметили, что значение ее как врага хлопковой совки (*Prodenia litura* F.) важнее, чем стоимость ее перьев (5); она является существенной подробностью местного ландшафта, когда расхаживает по свеже вспаханной почве и выклевывает гусениц и бабочек этого вредителя. Вскоре был издан закон, устанавливающий защиту наиболее важных насекомоядных птиц путем устройства заповедников и введения штрафов за охоту. Ибис в 1924 г. размножился так, что угрожал сам сделаться вредителем. Исследование их желудка показало, что признание значения их, как биологического фактора для вредителей, если и не ошибочно, то сильно преувеличено.

Сторонники защиты птиц указывали, что птицы, питающиеся семенами, полезны как истребители сорняков. Однако это утверждение не бесспорно, поскольку анализ содержимого желудка является критерием не абсолютным. Твердые оболочки семян многих из наиболее вредных сорняков могут предохранить их от переваривания, и они неизмененными пройдут через кишечник. [Так на Гавайских о-вах (5а) главными распространителями семян кустарника *Lantana*, ставшего опасным сорняком, явились ввезенные птицы, питающиеся его ягодами: китайская горлинка (*Turtur chinensis* Scop.) и индийская майна (mynah — *Acridotheres tristis* L.). *И. Ф.*].

В последнее время, применение высших животных в качестве истребителей врагов растений, выразилось в Соединенных Штатах в виде мер, направленных к поддержке летучих мышей (6). Сообщалось, что при устройстве специальных приспособлений для гнездования летучих мышей можно было воспользоваться ими для борьбы с плодожоркой (*Cydia pomonella*).

Следует упомянуть о методе, который ввел Rodier в Новом Южном Уэльсе, для уничтожения кроликов. Хотя они легко попадаются в капканы, но число их было столь велико, что ловля их капканами не могла снизить сколько-нибудь значительно их количества. Rodier предложил убивать из пойманных животных только самок. Самцы отпускались на волю, в надежде на то, что благодаря большому их преобладанию самки не будут в состоянии успешно выводить свое потомство.

Возвращаясь на минуту к вопросу о временных нашествиях недолговечных млекопитающих, как например полевок, можно указать, что Huxley (7), в своей недавней работе, изучая причины подобных вспышек, доказывает, что кажущиеся вспышки являются на самом деле изолированными частями правильного цикла изобилия и сравнительной редкости этих животных.

Лемминг, маленький грызун, родственный полевкам, изобилующий в области каменистой тундры в Скандинавии и Лапландии, замечателен тем, что время от времени подвержен удивительной миграции. Целые армии этих маленьких существ двигаются ночью, несмотря на все препятствия, уничтожаемые хищниками, эпизоотиями, и тонут массами в своем неудержимом стремлении к морю. Эти миграции, объясняемые как-будто чрезмерным размножением на месте их нормального обитания, наблюдаются через регулярные промежутки, примерно, через три с половиной года.

Сводки Гудсоновой компании о количестве пушных зверей, добытых ежегодно, показывают подобную же периодичность. Так, пример, рысь и канадский заяц (*Lepus americanus*) встречаются в ненормальном изобилии регулярно через каждые одиннадцать лет. Но так как рысь является хищником, живущим за счет зайца, ее максимум запаздывает за максимумом кролика на год или два.

Можно установить эту периодичность в три с половиной года (три с половиной приблизительно треть одиннадцати) и одиннадцать лет не только для недолголетних млекопитающих, но и для роста растений. Huntington, рассматривая годовые кольца некоторых крупных деревьев в Калифорнии, установил определенный одиннадцатилетний цикл. Наконец, известно, что наибольшая протяжен-

ность солнечных пятен дает хорошо намеченную одиннадцатилетнюю периодичность.

Можно утверждать, что замеченная общая периодичность связана общей причинностью и, например, изменчивость протяженности солнечных пятен связана с изменениями в метеорологических и климатических условиях. Эти изменения, в свою очередь, отражаются на росте растений, например на развитии древесины. Периоды повышенного роста растительности имеют следствием увеличение числа грызунов, употребляющих эти растения в пищу. Увеличение числа грызунов вызывает увеличение числа хищников, живущих за их счет [1]).

В конце следует указать, что все эти связанные между собой циклы резко намечены лишь в условиях, нетронутых человеком. Хотя связь между этими явлениями и продолжает существовать, но культурные условия замаскировывают ее, и периодичность в этих условиях обнаруживается не столь ясно.

1. Minist. Agric. and Fish., Leaflet. Revised 1913.
2. Mc Atee, W. L., U. S. Dept. Agric., Year-Book 1911: 237.
3. Van Poeteren, N. Report Intern. Conf. Phytopath. 1923: 86.
4. Kirkpatrick, T. W., Min. Agric. Egypt, Bull. 56, 1925.
5. Dudgeon, G. C., Bull. Imper. Inst. 10, 1912: 584.
5a. Perkins, R. C. L. Bull. Exper. Sta. Hawaiian Sugar Planters' Ass. Ent. dept. Bull. 16, 1924.
6. Miller, I. M., Better Fruit, 22, 1927: (6,9).
7. Huxley, J. S. The Cornhill Magazine, Dec. 1927: 739.

Насекомые против насекомых. Изучая метод применения полезных насекомых против насекомых вредителей (метод „клоп против клопа“), можно насекомых, живущих за счет других насекомых, разбить на две группы. Первая—насекомые хищные, активно живущие за счет других насекомых, например, божьи коровки (*Coccinellidae*), поедающие тлей. Ко второй группе, не совсем правильно называемой „паразитами“, относятся те насекомые, которые откладывают яйца в которую нибудь из стадий насекомых вредителей, причем их личинки убивают хозяина. Примером могут служить многие из наездников (*Ichneumonidae*), которые откладывают свои яйца на разные виды гусениц.

Первая мысль воспользоваться насекомыми, как естественным средством борьбы с вредителями, повидимому, принадлежит Note-

[1]) Вряд ли автор прав, слишком обобщая эти утверждения. Они будут действительны только в том случае, если недостаток растительной пищи является контролирующим фактором, как это, например, наблюдается в пустынях для саранчевых. В умеренном климате и на культурных полях пища всегда в изобилии, а резкая смена количества грызунов имеет место и там. *И. Ф.*

riani (1795) (8), а существование насекомых хищников отмечено на первых страницах истории этномологии. Ratzeburg (9) первый основательно переработал биологию паразитических наездников.

Вероятно наиболее успешным применением трактуемого метода является борьба с калифорнским червецом (*Icerya purchasi* Maskell) при помощи божьей коровки *Novius* (*Vedalia*) *cardinalis* Muls.

Marlatt (10) сообщает, что этот червец был завезен в 1868 году в Калифорнию из Австралии вместе с ввезенными кустами *Acacia latifolia* Desf. Это насекомое распространилось и размножилось с такой быстротой на культивируемых там апельсинных деревьях, что около 1886 года стало угрожать всей культуре цитрусовых тихоокеанского побережья. Применявшиеся в то время инсектисиды не дали достаточных результатов. Koebele, финансируемый садоводами, был послан в 1889 г. в Австралию, по инициативе отдела Энтомологии американского Департамента земледелия, чтобы на месте найти причину незначительного экономического значения этого насекомого у себя на родине. Он вернулся обратно, привезя с собой естественного врага червеца, божью коровку (*Novius cardinalis*). В очень короткое время жук свел червеца почти к нулю.

Успех был таков, что в 1900 г. Marlatt пишет: „Неизменное и действительное средство борьбы против этого червеца — это применение в качестве истребителя естественного и неутомимого врага его — *Novius cardinalis*“.

Небезынтересно проследить, как в дальнейшем оправдалось это утверждение Marlatt'a. Апельсинный червец появился в большинстве местностей, где культивируются цитрусовые. Mendes (11) сообщает о появлении червеца на акациях в Португалии в 1910 г. Вскоре был привезен *Novius cardinalis*, и в течение года червец был уничтожен хищником. Berlese (12) сообщает в 1916 году, что апельсинный червец, угрожавший всей культуре цитрусовых, со времени появления *Novius cardinalis* не представляет сколько-нибудь серьезного экономического значения.

Этот удивительный успех объясняется целым рядом благоприятных обстоятельств его окружавших. В отношении экологическом иноземный вредитель — апельсинный червец — нашел прекрасные климатические условия и подходящий субстрат в Калифорнии и средиземноморских странах, климатически близко сходных с его родиной — Австралией. Ограничительные факторы, задерживавшие его развитие на родине, не имели приложения на новом месте его обитания, чем и объясняется его огромное распространение и размножение. К счастью, новые условия оказались еще более благоприятными для его врага — божьей коровки; последняя, свободная от воздействия своих врагов, оставшихся

на родине, размножилась еще сильнее своей добычи и быстро уничтожила ее.

Однако, применение биологического метода борьбы в некоторых случаях весьма сложно и трудно. Так, американские энтомологи пытались применить его для борьбы с очень опасными вредителями: непарником (*Porthetria dispar* L.) и златогузкой (*Nygmia phaeorrhoea* Don.). Первая из этих бабочек была случайно завезена в Соединенные Штаты одним французским натуралистом, приблизительно в 1869 г.; он привез из Европы непарника для опытов со скрещиванием его с местными шелкопрядами; порывом ветра кладка яиц его была унесена за открытое окно. Понимая серьезные последствия возможного размножения бабочки, он уведомил о случившемся Департамент земледелия, но долгие поиски гусениц не могли их обнаружить. Двадцать лет спустя окрестности этой местности были наводнены гусеницами, которые оказались принадлежащими непарнику. Златогузка была повидимому завезена в Соединенные Штаты из Англии около 1890 г. ввиде молодого гнезда. Гусеница появилась в первый раз около Бостона, затем быстро размножилась; непарник размножился еще быстрее, и оба вскоре сделались настоящим бедствием страны, оголяя большие пространства лесов и причиняя огромные убытки. Борьба с ними началась почти сразу, но методы ее были сопряжены с такими трудностями и издержками, что не могли быть признаны сколько нибудь удовлетворительными, хотя и сопровождались частичным успехом. В Европе эти виды хотя и встречаются, но не причиняют там столь сильных повреждений, и вспышки хотя и бывают достаточно сильными, но большей частью кратковременны и отделяются друг от друга большим числом лет. Можно утверждать, что в Европе существуют факторы, которые ставят предел быстрому распространению и размножению обоих вредителей, а в Америке эти факторы отсутствуют. Howard (13) произвел обстоятельное обследование этих факторов и нашел до 30 видов разных паразитов, которые и были ввезены в пораженные местности в Соединенных Штатах. Кроме жука из сем. *Carabidae* (*Calosoma sycophanta* L.), ввезенного в 1906 г. из Италии и Швейцарии и ныне вполне укоренившегося в некоторых областях (14), эти паразиты состояли из представителей *Tachinidae*, семейства мух, большинство которых паразитирует на разных насекомых, и из *Chalcididae*, принадлежащих к перепончатокрылым. Вычислено (15), что до конца 1929 г. не менее 75 миллионов насекомых, принадлежащих к 45 видам, было выпущено в Северо-восточных Штатах Северной Америки для борьбы с непарником. Успех столь широкого применения биологического метода борьбы, хотя и не так разителен, как в выше приведенном примере, но все же достаточен, чтобы оправдать дальнейшие

работы в том же направлении. Muesebeck (16) должен был признать в 1912 году, что разрушительная деятельность златогузки сильно ослабла в течение нескольких последних лет, в значительной мере благодаря присутствию естественных врагов. Вне сомнения, что без применения биологического метода, борьба с этими двумя вредителями была бы невозможной, теперешнее же положение таково, что хотя вред, наносимый этими бабочками, временами и значителен, но все же они перестали быть серьезной угрозой.

Успех этой методики хотя и значителен, но все же не полон; объясняется это сложностью факторов, от которых зависит естественное равновесие этих двух видов. Размножение непарника ограничивается в Европе не только деятельностью паразитических насекомых: некоторую роль играют грибки и полиэдрическая болезнь, о которой речь впереди.

Указанная сложность замечается также во взаимных отношениях между бабочками и их паразитами. Вообще говоря, невозможно с точностью предсказать поведение насекомого после его водворения на новом месте обитания. Так, например, по отношению к паразитам непарника и златогузки найдено, что на жуке *Calosoma* в свою очередь паразитирует ввезенная тахина *Embiomyia calosomae*; один из наиболее деятельных паразитических перепончатокрылых *Apanteles melanoscelus* Ratz., привезенный из Европы, в свою очередь, подвержен нападению хальцида *Schedius kuwanae* How., привезенного из Японии, где он паразитирует на непарнике. Родственный ему хальцид *Anastatus bifasciatus* Foncs., как сообщает Crossmann (17), в состоянии в благоприятные сезоны вызвать гибель до 35% всего количества яиц непарного шелкопряда.

Imms (18), приводя много примеров применения биологического метода борьбы с вредителями, ввозимыми на Гавайские острова, указывает на частичную неудачу применения этого метода, вследствие однородных причин по отношению к средиземноморской фруктовой мухе *Ceratitis capitata*. Это насекомое, повреждающее большое число растений, было обнаружено там в 1910 г. и, вероятно, было завезено из Австралии. Silvestri завез в 1913 г. несколько африканских и одного австралийского паразита. Бракониды *Opius humilis* Silv. из южной Африки и *Diachasma tryoni* Cam. из Австралии были первыми завезенными паразитами; позже за ними следуют два новых паразита: браконид *Diachasma fullawayi* Silv. и хальцид *Tetrastichus giffardianus* Silv. из Западной Африки. Сначала наиболее деятельным из четырех паразитов оказался *O. humilis*; в 1915 году он был найден в 31% хозяев; но к 1923 г. этот процент снизился до 4,1. Было установлено, что когда *O. humilis* находился в одной и той же личинке с каким-либо другим из названных выше паразитов, он не-

изменно погибал. Было высказано мнение, что будь биология всех паразитов изучена до их привоза, пришлось бы ограничиться ввозом одного *O. humilis*. Свободный от конкуренции остальных трех паразитов, он сохранил бы свое значение, как самый опасный враг этой мухи, и его деятельность была бы более полезна, чем совокупное действие всех четырех паразитов.

Далее, ввезенный паразит может найти себе более подходящего хозяина среди местных насекомых, чем те, для борьбы с которым и он предназначен. Howard (19) сообщает, что тахина *Compsilura concinnata* Meig., завезенная в качестве паразита непарника и златогузки, заражала более для нее подходящих бабочек в числе около 25 видов.

Tillyard (20) приводит аналогичный пример, где, к счастью, обстоятельства были известны заранее, что предупредило большие убытки. Против восковой моли (*Galleria mellonella* L.), становящейся в Новой Зеландии серьезным вредителем, единственным подающим надежды паразитом является *Dibrachys clisiocampae* Fitch. Это полезное насекомое, однако, родственно *D. Boucheanus* Ratz., паразиту тахин *Digonochaeta setipennis* Falln. и *Rhacodineura antiqua* Meig., имеющим первостепенное практическое значение в качестве паразитов уховерток (*Forficulidae*). Поэтому, если бы были ввезены *D. clisiocampae*, они могли бы тормозить уничтожение уховерток; таким образом, в Новой Зеландии приходится выбирать одно из двух зол: либо уховерток, либо восковую моль, пока не будет обнаружен другой паразит последней.

Что неосторожный ввоз новых видов насекомых может представлять собой опасность, видно из следующих примеров. Simmer (21) выяснил, что жуки нарывники (*Meloidae*), ввезенные в Америку с Филиппинских островов, паразитируя в личиночной стадии на яйцах саранчевых, во взрослой стадии нападают на люцерну, причиняя серьезные повреждения. Bourcart (22) говорит, что щитки червеца— *Lecanium hesperidum* L., по умерщвлении его хальцидом *Coccophagus scutellaris* Dahm., оказались подходящим субстратом для еще более вредного насекомого — *Pseudococcus adonidum* L., для которого гладкие листья не представляют нужных удобств.

При ввозе чужеземных насекомых могут всегда возникнуть непредвиденные затруднения. Tillyard (20) сообщает о неудачной попытке ввоза паразитического наездника (*Perilissus* sp.) из Англии в Новую Зеландию для борьбы со сливовым пилильщиком (*Eriocampoides limacina* Ratz.). При вскрытии посылки оказалось, что весь полученный выводок состоит из одних самцов. В другом случае при водворении хальцида (*Aphelinus mali* Hald.) в Новой Зеландии

встретились, по словам Tillyard'a, затруднения в акклиматизации этого калифорнийского насекомого в течение первой зимы, которая в Новой Зеландии соответствует лету его родины. Интересно отметить, что этот наездник был недавно ввезен в Англию для борьбы с кровяной тлей (*Schizoneura lanigera* Kalt).

Наконец, возможны случаи, когда у вредителя вырабатываются, на новом месте его обитания, свойства, благодаря которым затрудняется воздействие паразитов. Imms (18) часто наблюдал на Гавайских островах, что средиземноморская фруктовая муха (*Ceratitis capitata*) находилась в личиночной стадии во фруктах, где она была недоступна для паразитов, благодаря значительной твердости их тканей.

Значение этого метода, дающего поразительные результаты после ввоза отсутствующих полезных насекомых, не нуждается в подчеркивании. Воздействие полезных насекомых, после их водворения, уменьшает или даже устраняет надобность более дорогих искусственных мероприятий, как, например, опрыскивания. Кроме того, издержки на таковые мероприятия ежегодны, тогда как расходы по ввозу полезных насекомых прекращаются по их внедрении.

Однако, этот метод имеет определенные пределы своей полезности, и много труда и денег будет брошено на ветер при попытке применять его ко всем вредителям без разбора. Даже при благоприятных обстоятельствах, т. е. когда нормальное биологическое равновесие нарушено отсутствием вредных факторов, возможность применения биологических методов борьбы ограничено свойствами вредителя. Как и в других проявлениях жизни, насекомое вырабатывает, в порядке эволюции, защитные приспособления против своих врагов. Chopra (24), например, приписывает отсутствие паразитов гусеницы молевидной бабочки *Glyphiteryx fischeriella* Z., ее биологическим особенностям, именно, питаясь зерном внутри твердой оболочки, она закрывает входное отверстие при помощи плотной шероховатой паутины. Allman (25) описывает, что свеже вылупившиеся гусеницы плодожорки (*Cydia pomonella*) тщательно закрывают входное отверстие кусочками яблочной кожицы, которые были предварительно отделены, и даже скреплены паутинною тканью. Наконец, бывают случаи, когда некоторые виды вредных насекомых могут противостоять нападению паразитов; так, например, Smits van Burgst (26) наблюдал во время вспышки монашенки (*Porthetria monacha*) в Голландии, что мухи нападали на большинство гусениц, но личинки не развивались.

Кроме того, климатические условия могут быть таковы, что полезное насекомое водворяется лишь частично. При такой неполной акклиматизации полезного насекомого, может потребоваться

ежегодный его привоз; рациональность же такового обуславливается издержками по перевозке. Как сообщает Smith (27), этот способ был осуществлен практически в некоторых случаях. Черный червец (*Saissetia oleae*) уничтожается в Южной Африке при помощи паразитов, в числе которых выдающуюся роль играет *Aphycus lounsburyi* How. Однако, в Калифорнии взрослое насекомое становится редким к июлю, а личинки слишком малы и могут служить хозяевами для паразитов только после второй линьки, которая наступает не ранее февраля. Паразит, таким образом, остается без пищи в течении шести месяцев и может быть применен для борьбы с червецом лишь при ежегодном выпускании на волю.

Подобным образом для борьбы в Калифорнии с червецом (*Pseudococcus* spp.), повреждающим цитрусовые, была ввезена божья коровка *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. Armitage (28) показал, что окончательное водворение этого полезного насекомого невозможно вследствие климатических условий. Зима слишком холодна, чтобы вредитель мог развиваться беспрерывно, но недостаточно холодна, чтобы заставить божию коровку впасть в зимнюю диапаузу. Как и в предыдущем примере, паразит остается в течение этого периода без хозяина, и должны быть приняты искусственные меры, чтобы обеспечить ему возможность зимовки.

В заключение приведем пример расширения применения биологического метода борьбы на борьбу со сверхпаразитами; пример этот дает Kirkpatrick (29). Червец (*Pseudococcus lilacinus* Ckll.) распространился недавно на кофейных плантациях в Кениа (В. Африка) и сделался серьезным вредителем, несмотря на присутствие его обычных врагов. Несколько позже причина этого была обнаружена: это было присутствие маленького муравья из семейства *Myrmecidae* (*Pheidole punctulata* Miyr.). Сообщество муравьев с червецами и тлями было предметом многочисленных исследований в энтомологии, и обычно признавалось, что муравьи покровительствуют этим насекомым, чтобы воспользоваться сладкими выделениями их желез. В Кениа было установлено, что в отсутствии муравьев червецы встречались лишь спорадически, и неоднократно было проверено опытом, что на тех пораженных кофейных деревьях, куда доступ муравьям был закрыт, вредитель был скоро уничтожен своими паразитами. В этом случае успех биологического метода борьбы зависит от уничтожения разными способами муравьев.

[При попытках применения паразитарного метода имеет смысл оглянуться и на естественные отношения в природе. Паразиты являются главным регулирующим фактором для тех насекомых, которые живут скученно: огородных, садовых, древесных вредителей. Более

рассеянно живущие полевые вредители регулируются метеорологическими условиями, а паразиты играют сравнительно незначительную роль (29a). Поэтому и применение паразитарного метода к последним особого успеха не сулит. Кроме того, следует отметить, что при долгом совместном сожительстве вырабатывается известный иммунитет хозяина по отношению к паразиту, и по крайней мере часть особей перестает заражаться (Мейер 29b).

Следует отметить еще одно интересное обстоятельство, когда паразит, нормально не являющийся решающим фактором, может явиться таковым. Это явление — сосредоточение паразитов на насекомых, оставшихся целыми после борьбы. Во многих случаях значительная часть вредителя истребляется, но паразиты остаются целыми. Тогда безработная армия паразитов набрасывается на эти остатки, добивая их почти нацело. Такое явление отмечается для саранчевых в Сибири и недавно подробнее описано Олсуфьевым (29c) для азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.). *И. Ф.*].

8. Noteriani, Redia, Giornale di Entomologia, **6**, 1909: 193.

9. Ratzeburg, H. Th. C., Die Ichneumonen der Forstinsekten in forstlicher und entomologischer Beziehung, Berlin, 1848.

10. Marlatt, C. L., U. S. Dept. Agric., Year-Book 1900: 247.

11. Mendes, C., Inter. Inst. Agric., Mo. Bul. Agric. Intell. and Plant diseases, **4**, 1913: 1310.

12. Berlese, A., Inter. Rev. Sci. and Prac. of Agric., **7**, 1916: 321.

13. Howard, L. O., U. S. Dept. Agric., Year-Book 1905: 123.

14. Burgess, A. F., U. S. Dept. Agric., Bur. Entom. Bull., 101, 1911.

15. Waite, M. B., Gilbertt, W. W. et al., U. S. Dept. Agric., Year-Book 1925: 453.

16. Muesebeck, C. F. W., Journ. Agric. Res., **14**, 1918: 191.

17. Crossman, S. S., Ibid., **30**; 1925: 643.

18. Imms, A. D., Ann. Appl. Biol., **13**, 1926: 402.

19. Howard, L. O., Proc. Nat. Acad. Sci., **8**, 1922: 133.

20. Tillyard, R. J., Nature, **119**, 1927: 202.

21. Zimmer, J. T., Philippine Agric. Rev., **8**, 1915: 169.

22. Bourcart, E., Insecticides, Fungicides and Weed Killers, 2nd. ed., London, 1925: 8.

23. Hodson, W. E. H., Seale Hayne Agric. Coll., 3-d Ann. Rpt., 1926: 12.

24. Chopra, R. L., Ann. Appl. Biol., **12**, 1925: 359.

25. Allman, S. L., Agric. Gaz. N. S. Wales, **38**, 1927: 861.

26. Smits van Burgst, C. A. L., Rev. Appl. Entom., A. **12**, 1924: 369.

27. Smith, H. S., Monthly Bull. California State Dept. Agric., **10**, (4), 1921: 127.

28. Armitage, H. M. Ibid. **11**, (7), 1922: 45.

29. Kirkpatrick, T. W., Tech. Conf. E. African Depend., Proc., 1926: 184.

29a. Филипьев, И. Н. Новейшие достижения в обл. агрономии 1929.

29b. Мейер, Н. Ф. Изв. ГИОА 3, 1925.

29c. Олсуфьев Н. Г. Изв. Прикл. Энт, 4, 1929: 61.

Насекомые против сорняков. В этом случае мы можем рассматривать сорняк как отрицательный фактор, а вредящее ему насе-

комое—как фактор полезный. Благодаря отсутствию ограничительных факторов в местностях, где недавно было нарушено экологическое равновесие путем введения новой культуры, нередко случается, что растение, ввезенное или как полезное или случайно, размножается так сильно, что делается вредителем. Положение может быть спасено ввозом врагов этого растения.

Первая попытка борьбы с сорняками путем применения насекомых была сделана Koebele в 1898 г. (30). За пятьдесят лет до этого был завезен на Гавайские острова из Мексики в качестве декоративного кустарника колючий кустарник *Lantana camara* Cham. из сем. *Verbenaceae*. Растение сильно размножилось и быстро стало угрозой для пастбищ в нижний полосе островов. Koebele, начиная с 1898 г., ввез ряд насекомых, живущих на родине за счет этого растения; успех был таков, что дальнейшие меры борьбы с этим растением, в особенности в сухих местах, стали излишними.

Нет надобности перечислять всех насекомых, примененных в борьбе с *Lantana*, но небезынтересно заметить, что наиболее полезными оказались те из них, которые препятствуют образованию семян. Затем благоприятно то обстоятельство, что враги *Lantana* связаны только с этим растением и не производят опустошений среди полезных культур. Только гусеница бабочки *Thecla echion* L. питается иногда плодами баклажана (*Solanum melongena*).

В Квинсленде и Новом Южном Уэльсе кактус (*Opuntia inermis*), ввезенный как декоративное растение, распространился в такой степени, что одно время до 8 миллионов гектаров земли было выведено им из строя (31). Вредители этого кактуса были вывезены из Америки, но, благодаря их специализованности, при внедрении их пришлось натолкнуться на ряд трудностей. Так червец *Dactylopius indicus* Green., первое насекомое, с которыми начали работать, уничтожило тысячи гектаров близкого вида *O. monacantha*, но не было в состоянии питаться *O. inermis*. Наконец, было найдено подходящее насекомое *D. tomentosus* Lam., и с тех пор оно и применяется для борьбы с этим сорняком.

При биологическом методе борьбы с сорняками паразит насекомого, вредящего сорняку, является не благоприятным фактором а вредоносным. Таким фактором в Новом Южном Уэльсе оказалась божья коровка *Cryptoloemus montrouzieri*, уничтожающая червецов *D. tomentosus*, хотя в других случаях, уничтожая вредных червецов, она приносит пользу.

[В приведенных примерах (*Lantana* и *Opuntia*) дело касается растений, совершенно чуждых флоре данной местности и настолько химически отличных от каких-либо местных или завезенных культур-

ных растений, что ни одно из приспособленных к последним насекомых не сумело перейти на эти сорняки. Завезенные насекомые, наоборот, приспособлены именно к этому субстрату и потому не смогли перейти на культурное растение и стать вредителями. *И. Ф.*]. Успех применения биологического метода борьбы в подобных случаях, вероятно, этим и объясняется.

Иначе обстоит дело, когда приходится бороться с другими растениями, например, с ежёвикой (*Rubus fructicosus*), про которую говорят, что в Новой Зеландии существует лишь один ее куст, но куст этот тянется вдоль всего берега южного острова, т. е. на протяжении 350 *км*; здесь уничтожение растения при помощи насекомых-вредителей может натолкнуться на затруднения, так как эти насекомые могут одновременно уничтожить и родственные полезные растения. [Однако, успех применения этого метода в двух первых примерах подал большие надежды, и в настоящее время австралийцами, при помощи Имперского бюро Энтомологии в Лондоне ведутся большие работы по подысканию насекомых-вредителей зверобоя (*Hypericum*), рулянки (*Echium*), упомянутой ежевики и некоторых других растений (31b). *И. Ф.*].

Таковы наиболее интересные примеры применения биологического метода борьбы с сорняками. Лишь недавно примененная в этой области методика имеет много интересных особенностей, но практические результаты до сих пор ограничены и возможности туманны.

30. Perkins, R. C. L. and Swezey, O. H., Hawaiian Sugar Planter's Sta., Entom Ser., Bull. 16, 1924.

31a. Tillyard R. I., Nature, 119, 1927:242.

31. Dodd, A. P., The Biological Control of Prickly Pear in Australia, Council of Scientific and Industrial Research. Bull. 34, Melbourne, 1927.

31b. Tillyard R. J., Proc. 4th entom. Congress Entomol.; см. также Science № 1777:64 и 1780:152.

Насекомые против грибков. Известно весьма мало насекомых, питающихся грибками. Сообщают, что божьи коровки питаются перитециями грибка *Phyllactinia suffulta* Sacc., паразитирующего на листьях шелковицы и многих других растений. В связи с некоторыми работами по мучнистой росе злаков (*Erisyphe graminis* D. C.), было указано, что личинки галлообразующей неопределенной мушки *Mycodiplosis* sp. едят конидии гриба, не оказывая, однако, заметного влияния на его развитие.

Жук *Phalacrus curruscus* считался раньше истребителем головни костра (*Ustilago bromivora* Fisch.), но Quanjer (32) считает, что он не приносит вовсе такой пользы, как ему приписывалось. [Некоторые личинки двукрылых уничтожают в большом количестве эцидиоспоры

и уредоспоры ржавчинных грибков, представляя в то же время интересный пример мимикрии. *А. Я.*].

Мы не в состоянии привести примеров успешного применения насекомых для борьбы с грибками. Не существует также достойных упоминания случаев воздействия на грибки и других животных организмов. Harvey (34) сделал интересное наблюдение, что беспозвоночные, обычно питающиеся разлагающимися органическими веществами, поглощают и грибные зооспоры. Он полагает, что такого рода животные могут играть некоторую роль в смысле уменьшения числа болезнетворных организмов, размножающихся при помощи зооспор.

Аналогичное явление представляет уничтожение почвенных бактерий простейшими, о чем упоминалось выше на стр. 245. Поскольку, однако, дело касается уничтожения грибных вредителей растений, упомянутые примеры имеют чисто теоретический интерес.

32. Quanjer, H. M. реферат Expt. Sta. Rec., **30**, 1914: 241.
33. Bodenheimer, F. S., Centralb. f. Bakt. (2) **58**, 1923: 220.
34. Harvey, R. B., Science, n. s., **52**, 1920: 84.

Грибки против насекомых. Польза грибков в деле защиты растений ограничивается их ролью в биологии вредных насекомых. Первые сведения о существовании грибков, паразитирующих на насекомых, мы находим у Мечникова, который изучал еще в 1878 г. грибки, живущие за счет хлебного жука (*Anisoplia austriaca* Hbst.), на Украине. Он выделил, между прочим, зеленую мюскардину (*Oospora destructor* (Metsch.) Del.).

С тех пор описано много видов грибных паразитов насекомых, и их значение, как факторов естественной борьбы с насекомыми, было предметом многочисленных исследований и споров. Было установлено, что роль таких грибков временами очень велика. Так, например, Васильев (35) указывает, что вышеупомянутый грибок в 1902 г. вызвал в некоторых местностях гибель до 60—70% хлебного жука. Burger и Swain (36) сообщают, что в Южной Калифорнии в период сильной жары было уничтожено грибком (*Entomophthora chromaphidis*) до 88% ореховой тли (*Chromaphis juglandicola* Kalt.), но несмотря на это тля быстро размножилась снова, после того как жара спала.

Попытки применения грибков для биологического метода борьбы с вредными насекомыми путем ввоза их в местности, где они отсутствуют, не имели до сих пор ощутительных результатов. Однако, отдельные случаи успеха все же можно привести: так, например, Dunstan (37) доказал, что в Европе главным фактором,

ограничивающим деятельность яблоновой листоблошки (*Psylla mali* Schmilb.), была грибная болезнь, вызываемая *Entomophthora sphaerosperma* Fres. Листоблошка причинила большие опустошения в Канаде, что сделало необходимым завоз грибка; его искусственное водворение имело успех, и есть основание надеяться, что распространение его значительно уменьшит убытки, причиняемые этим вредителем.

Департамент земледелия штата Флорида делал многочисленные попытки по внедрению ряда грибков, паразитирующих на вредителях апельсинных садов. Speare (38) считает грибок *Entomophthora fumosa* единственным средством к снижению деятельности червеца (*Pseudococcus citri*) во Флориде; Uphof (39) приводит целый список грибков, могущих понизить убытки, причиняемые разными червецами в цитрусовых плантациях. Watson (40) указывает на значение насекомоядных грибков; оно устанавливается тем обстоятельством, что после опрыскивания деревьев Бордосской смесью замечается сильное увеличение количества червецов: фунгисид, уничтожая полезные грибки, тем самым способствует размножению вредителя. Для подтверждения этого он приводит таблицу, указывающую количество червецов на каждых десяти апельсинах и пятидесяти листьев с каждого участка:

	Червецов на плодах			Червецов на листьях		
	1 сент.	25 окт.	28 нояб.	1 сент.	25 окт.	28 нояб.
Контрольный участок	26	52	70	33	10	8
Опрысканный „	370	2559	6835	176	155	194

Быстрое размножение червецов при отсутствии деятельности грибка доказывает значение грибка в естественной борьбе с апельсинным червецом.

Зависимость грибков, употребляемых для биологического метода борьбы, от внешних условий и от факторов, определяющих их расселение, гораздо более тесная, чем зависимость от тех же полезных насекомых; Petch (41) таким образом формулирует это соотношение: „Если насекомоядные грибки существуют на определенной площади, то практически представляется невозможным повысить интенсивность их деятельности; если они отсутствуют, то их ввоз может дать благоприятные результаты, если местные условия способствуют их развитию; с другой стороны, их отсутствие может указывать на то, что местные условия неблагоприятны. Обычно грибок не оказывает большого влияния на насекомых, когда они очень многочисленны, но затем, по причинам еще не выясненным, наблюдается вспышка грибной эпизоотии. Задача, которая должна быть

разрешена исследователями, желающими применять грибки при биологическом методе борьбы, заключается в том, чтобы быть в состоянии вызвать вспышки эпизоотии тогда, когда она не наблюдается в естественных условиях. Очевидно, успех метода невозможен путем простого ввоза грибка или разбрасывания спор, полученных от естественных или искусственных культур“.

[Массовые эпизоотии насекомых под влиянием паразитных грибков неоднократно наблюдались, свидетельствуя о том, что эти грибки являются могучим фактором, регулирующим распространение насекомых. Так, по свидетельству Л. А. Лебедевой, в 1915 году в Курской губернии около 90% червеца *Lecanium corni* Bouché погибло на ветвях орешника от *Isaria lecanicola* Jaap. и его сумчатой стадии *Cordyceps clavulata* Ell. et Everh. В средней полосе европейской части СССР очень часты случаи массовой гибели озимого червя от грибка *Tarichium megaspermum* Cohn. На видах *Aphis* в известные годы отмечено сильное поражение *Entomophthora aphidis* Hoffm Поражение различных насекомых, в том числе саранчевых, грибком *Penicillium insectivorum* Jacz. не редкое явление. *А. Я.*].

[Эпизоотии саранчевых, производимые грибками типа *Empusa grylli* Fres., являются могущественным регулятором размножения саранчевых в степной и лесостепной полосе в европейской части СССР и в Сибири. Эпизоотия чрезвычайно интенсивна и приводит к почти полному истреблению насекомого на большой территории. Страдают от грибных эпизоотий на юге, главным образом, прус (*Calliptamus italicus* L.), а в Сибири сибирская кобылка (*Gomphocerus sibiricus* Thunb.) и ряд других видов. Наступление эпизоотии связано с холодной и дождливой погодой, хотя больные особи наблюдаются и при сухой погоде. Такое общее наступление эпизоотии вполне понятно, если принять по отношению к данному случаю взгляды Поспелова (см. стр. 291), применяемые им по отношению к бактериозам и заболеваниям, вызываемым дрожжевыми грибками: насекомые являются постоянными носителями грибков, но в нормальных условиях — это безвредные симбионты живого тела насекомого, в случае же общего ослабления организма, в данном случае вызываемого ненормальной погодой, наступает болезнь и смерть последнего. Такая всеобщая зараженность делает понятной внезапное наступление и широкое распространение эпизоотий.

По отношению к мюскардине на свекловичном долгоносике (*Bothynoderes punctiventris*) по данным И. Линдемана (41а) оказалось, что болезнетворные организмы широко распространены в почве полей, но долгоносик болеет только при известных условиях, которые точно еще не выяснены. *И. Ф.*].

[Несмотря на многие благоприятные факты, вопрос о практическом и систематическом применении паразитных грибков против вредных насекомых затрудняется двумя обстоятельствами: с одной стороны, наиболее опасные для насекомых паразитные грибки (энтомофторовые) не развиваются в чистых культурах, а потому не могут распространяться искусственно в требуемых количествах, с другой, условия развития грибов вообще не совпадают с условиями массового размножения насекомых, и потому вызывать искусственно эпизоотию в нужный момент не всегда возможно; однако, в тех случаях, когда культура паразитного грибка удается на питательной среде, можно без особых затруднений добиться уничтожения насекомых путем их заражения. Из практики успешной борьбы с вредными насекомыми при помощи грибов следует в первую очередь отметить применение против личинок майского хруща чистых культур грибка *Botrytis tenella* Sacc., которые, будучи рассеяны в местах залегания личинок, быстро приводят их к гибели. *А. Я.*].

[Несмотря на это, сумма новейших данных указывает на то, что тяжесть вопроса, повидимому, переносится с распространения болезнетворного организма на создание условий благоприятных для возбуждения болезни, особенно в тех случаях, когда организм имеется налицо. Это, конечно, крайне сужает возможность практического применения этого метода. *И. Ф.*].

35. Васильев, И. В. Тр. Бюро Энт., 7 (2) 2-е изд. 1914.
36. Burger, O. F. and Swain, A. F., Journ. Econ. Entom., **11**, 1918: 278.
37. Dunstan, A. G., Agric. Gaz. Canada, **10**, 1923: 16.
38. Speare, A. T., U. S. Dept. Agric., Bull. 1117, 1922.
39. Uphof, J.C.T., Реферат в Rev. Appl. Mycol., **2**, 1923: 369.
40. Watson, J. R., Journ. Econ. Entom., **5**, 1912: 200.
41. Petch, T., Trans. Brit. Mycol. Soc., **7**, 1921: 18.

Грибки против грибков. Мы не можем привести примера применения грибка для борьбы с другим грибком; сюда следует отнести теорию, которую недавно выдвинули Millard и Taylor (42) и которую они предлагают применить для борьбы с паршей картофеля (*Actinomyces scabies* Thaxter) при помощи зеленого удобрения. Этот грибок может при определенных условиях жить сапрофитно, питаясь мертвыми органическими веществами, находящимися в почве. Millard и Taylor считают, что зеленое удобрение должно вызвать сначала быстрое размножение грибка. Однако при этом извлечет выгоду не только этот случайный, но и все другие, постоянные сапрофиты. Отсюда возгорается борьба за добычу пищи, в которой более сильные постоянные сапрофиты выйдут победителями, а слабый сапрофит *A. scabies* потерпит поражение. Они проверили свою

гипотезу при помощи опытов с горшечными культурами, при чем ясно обозначилось торможение возбудителя гнили при введении постоянно сапрофитного *Actinomyces*.

[Грибные паразиты второго порядка могут значительно повлиять на ход развития эпифитий. Так грибок *Cicinnobolus cesatii* DB., уничтожая конидии и сумкоспоры мучнисто-росяных грибков, нередко приостанавливает распространение этих последних, как то было, между прочим, у нас с мучнистой росой дуба (*Microsphaera alphitoides* Gr. M.) и с американской мучнистой росой крыжовника (*Sphaerotheca mors-uvae* B. C.). Грибок *Tuberculina persicina* Gobi, развиваясь в эцидиальных плодоношениях ржавчины груши (*Gymnosporangium sabinae* W.) в Крыму, часто полностью задерживает образование эцидиоспор. Опыты, произведенные в Германии с тем же грибком, показали, что можно при его содействии задержать развитие пузырчатой ржавчины сосны (*Peridermium pini f. corticola*). *А. Я.*].

42. Millard, W. A. and Taylor, C. B., Ann. Appl. Biol., **14**, 1927: 202.

Бактерии против насекомых. Существование бактериальных заболеваний насекомых в первый раз, повидимому, было констатировано Мечниковым (1878), который обнаружил присутствие у больных личинок хлебного жука (*Anisoplia austriaca*) бактерий *Bacillus salutaris*. С тех пор было выделено и описано значительное количество бактерий, возбуждающих у насекомых различные заболевания, но попытки применить их для борьбы с насекомыми, увенчались незначительным успехом. Интересный пример в этом направлении представляет собой бацилла, которую выделил в 1910 году D'Hérelle (42a). Работая в Юкатане во время серьезного нашествия саранчевого *Schistocerca pallens* Thunb., он сделал наблюдение, что большое количество его погибло от диарреи. Он выделил из кишечника больных насекомых *Coccobacillus acridiorum* D'Hérelle и высказал предположение о возможности применения этого организма для борьбы с саранчевыми в других местностях. Хотя в некоторых случаях эта методика будто бы дала удовлетворительные результаты, большинству работников не удалось подтвердить этих результатов. Béguet (43) в своем отчете о применении *C. acridiorum* в течение ряда лет для борьбы с пустынной саранчей (*Schistocerca gregaria* Forsk.), в Алжире, говорит, что разбрасывание вирулентных культур этой бациллы на пищу саранчевого всегда сопровождалось развитием эпизоотии, но эти эпизоотии никогда не имели следствием полного уничтожения насекомого. Интересно отметить, что неполную удачу метода Béguet (44) объясняет тем, что вследствие происходящего в естественных условиях заболевания, у насекомых вырабатывается иммy-

нитет. Mc Killop и Gough (45) делали опыты с применением *C. acridiorum* для борьбы с вредителями в Египте, кончившиеся, однако, неудачей. В южной Африке Lounsbury (46) сообщает о применимости *C. acridiorum* против немигрирующей кобылки *Zonocerus elegans* Thunb.; он утверждает, однако, что метод этот может быть применяем в комбинации со старым методом отравленных приманок и выдвигает соображение, что отравленные приманки всегда под руками и легко приготовляются, а приготовление культуры требуемой вирулентности сталкивается с затруднениями и требует опытных работников. Наконец Kraus (47), работавший в Южной Америке, сообщает о неудаче этого метода и даже сомневается в патогенных свойствах бацилл.

[История с бациллой д'Эрелля, повидимому, завершается работой Мережковского (47а). Он вносит ту поправку, что дело идет не об одном, а, по меньшей мере, о четырех видах различных бактерий, при чем все они присутствуют также и у вполне здоровых особей и принадлежат к числу нормальных симбионтов крови саранчевых. Поспелов (47в), при культуре азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.) в неволе, пришел к заключению, что эпизоотия не возникает, если саранчуки воспитываются не ниже чем при 26—27°C, тогда как они гибнут при 23—24° и ниже. Повидимому бактериоз азиатской саранчи широко распространен в природе, в частности сильно страдают особи, подвергшиеся отравлению, но оставшиеся в живых (ср. Олсуфьев 29с). Интересно, что азиатская саранча совершенно не страдает от грибных болезней, которым подвержен ряд других саранчевых. Таким образом, „бацилла д'Эрелля" пока что должна считаться забракованной, как мера борьбы, и центр тяжести лежит на неблагоприятных внешних условиях. Введение и распространение бациллы должно быть, вероятно, ограничено случаями заведомого ее отсутствия среди саранчевого населения какой либо местности.

Поспелов (47с) при исследовании микрофлоры гусениц озимой совки (*Feltia segetum* Schif.), больных фляшерией (септицемией), выделил целый ряд бацилл: *Bacillus agrotidis typhoides* Posp., *Bac. fluorescens non-liquefaciens* Flugge, *Micrococcus saccatus* Migula, *Bac. subtilis* Cohn (см. также 47b). При заражении путем укола септицемия развивается от всех этих бактерий. Опыты кормления производились только с первыми двумя, при чем оказалось, что наблюдалось лишь частичное заболевание, большая же часть гусениц оказались устойчивыми. Повидимому и здесь центр тяжести лежит во внешних условиях, так как гусеницы легче всего заболевают в условиях резких переходов от тепла к холоду, которые наблюдаются в

теплую осень. В природе такой случай имелся в 1924 г., когда огромное население озимой совки, развившееся по всей черноземной полосе, вымерло в значительной мере от этого паразита. Перспективы практического применения остаются пока неясными, если считать, как это делает Поспелов, этих бактерий за постоянных симбионтов озимой совки, получающих вирулентность только при внешних условиях, неблагоприятных для насекомого. Однако дело становится интереснее в свете наблюдений Сахарова (47d и личное сообщ.), что в условиях юго-востока озимая совка никогда не болеет, а регулятором ее в природе является исключительно вымерзание. Акклиматизация упомянутых бактерий в таких местностях могла бы иметь смысл. Интересные результаты были получены в последние годы Метальниковым, Шориным и Husz (47e), которые выделили из больных гусениц кукурузного мотылька (*Pyrausta nubilalis* Hb.) целый ряд бактерий, из коих *Bacterium thuringiensis* Berliner оказалась весьма патогенной для этого вида, и опрыскивание растений ее разведенной культурой дало определенные результаты. *И. Ф.*].

42a. D'Hérelle, F. H., Compt. rend., **152**, 1911: 1413.
43. Béguet, M., Bull. Soc. Path. exot., **9**, 1916: 679.
44. Béguet, M., Ann. Inst. Pasteur, **30**, 1916: 225.
45. Mc Killop, A. T. and Gough L. H., Report on the great invasion of Locusts in Egypt in 1915, Cairo Min. Agric., 1916.
46. Lounsbury, F. H., Agric. Journ. S. Africa, **5**, 1913: 607.
47. Kraus, R. Centralbl. f. Bakt., (II), **45**, 1916: 594.
47a. Мережковский, С. С.. Изв. ГИОА 3, 1925: 7.
47b. Поспелов, В. П. Bull. Ent. Res. 1926; Защ. Раст. **3**, 1926.
47c. Он же: Изв. Отд. Энт. 3 (1).
47d. Сахаров, Н. Л. Журн. Оп. Агр. Юго-Востока, 1928.
47e. Несколько статей упомянутых авторов в Internat. Corn Borer Investigations ed. by T. Ellinger Vol. 2.

Бактерии против высших животных. Применение болезнетворных бактерий в борьбе с грызунами сопровождалось большим успехом. Löffler (1892) выделил от больной полевой мыши *Bacillus typhi-murium* и применял эту бактерию с целью вызвать искусственную эпизоотию среди полевых и домашних мышей.

В следующем году Danysz (48) открыл другую патогенную бактерию, и в настоящее время их известно с десяток или более. В большинстве случаев эти бактерии принадлежат к Gaertner'овской группе *Bacillus enteridis* и вызывают воспаление кишечника. Обычный метод применения этих бактерий—это разбрасывание зараженных бактериями приманок, и на рынке можно ежедневно встретить значительное число, так называемых, „вирусных" препаратов. Splendore (49) рекомендует подкожное впрыскивание пойманной

мыши бактерийной культуры; после этого труп погибшей мыши является лучшим средством к распространению заболевания.

Наиболее серьезным возражением против применения этой методики для борьбы с грызунами является то обстоятельство, что употребляемые бактерии очень близки к бактериям, вызывающим заболевания у человека. Безвредность этих бактерий для человека не доказана, и известны случаи, когда внезапные вспышки заболеваний среди людей связывались с употреблением таких бактериальных культур (50). Savage и Read (51) указывают, что крысы, зараженные бациллами Gaertner'овской группы, могут, в свою очередь, заразить съестные припасы, чем объясняется наблюдающееся иногда отравление людей съестными припасами.

[У нас этот метод получил большое развитие в работах лаборатории С. С. Мережковского. В дополнение к бациллу Даныша был выделен бацилл Мережковского, который считается совершенно безвредным для людей (51a). Впрочем применение этого метода по отношению к крысам наталкивается на ряд затруднений и практика часто предпочитает более верное действие ядов в виде приманок или окуривания подпольев. *И. Ф.*].

48. Danysz, J., Compt rend., **117**, 1893: 869.
49. Splendore, A., рефер. Inter. Rev. Sci. and Prac. Agric., 9: 1918: 1387.
50. Min. of Agric. and Fish., Leaflet 244, 1918.
51. Savage, W. G. and Read, W. J., Journ. Hyg., **13**, 1913: 343
51a. Мережковский, С. С, см. Тр. отд. Микробиологии, 1929.

Полиэдрическая болезнь. Так называемая „полиэдрическая болезнь" насекомых очень близка во многих отношениях к бактериальным болезням. Происхождение и причина таких заболеваний неизвестна, но установлено, что передача их возможна через жидкость, не содержащую какие либо известные организмы, но чисто гипотетический „фильтрующийся" вирус. Болезнь встречается у многих чешуекрылых и характеризуется побелением гусениц и образованием внутри их тел сильно преломляющих свет зерен полиэдрической формы. [Кроме них были замечены мельчайшие тельца, принятые Prowazek'ом (53) и Paillot (54) за гипотетические *Chlamydozoa*; по мнению Поспелова (55) эта болезнь вызывается дрожжевым грибком (*Debaryomyces tyrocola* Kon.), тогда как упомянутые мелкие тельца представляют собой его инволютивные стадии. Поспелову удалось выделить чистую культуру этого грибка и получить болезнь путем заражения ею гусениц нескольких видов бабочек. *И. Ф.*].

Glaser и Chapman (52) указывают на существование ряда форм полиэдрических заболеваний, а происхождение зерен они объясняют реакцией организма на воздействие „вируса". Попытки прак-

тического применения „Wipfelkrankheit“ монашенки (*Porthetria monacha*) в Германии, „Wilt disease“ непарного шелкопряда (*Porthetria dispar*) в Соединенных Штатах имели неопределенные результаты, хотя известно, что временами эти заболевания имеют большое значение в естественном равновесии этих двух вредителей. Большой вопрос, однако, будут ли попытки применения этих заболеваний в деле борьбы с насекомыми сопровождаться успехом, пока природа и передача их не будут основательно изучены.

52. Glaser, R. W. and Chapman, J. W., Rev. Appl. Entom., A 4, 1916: 420.
53. Prowazek, S. Archiv Protistenk. 4, 1907; Cbl. Bakt. (2) 67, 1913: Рефер.
54. Paillot, A. Les maladies du ver à soie, Lyon 1928.
55. Поспелов, В. П. и Норейко, Е. С. Изв. Прикл. Энт. 4 1929: 167.

Распространение полезных грибков и бактерий. Полезные бактерии, употребляемые в деле борьбы с вредителями, существенно отличаются от полезных насекомых тем, что получаемые результаты, как правило, непостоянны. Если полезное насекомое водворится в подходящее место обитания, то для удержания его требуется мало забот, разве что устранение причин, затрудняющих его развитие; его распространение автоматично. При применении бактерий, а в некотором отношении и грибков, вполне возможно создание серьезного заражения, но для поддержания и распространения эпизоотии требуется наличие ряда специальных условий. Полезные насекомые являются таким образом более стойкими и менее зависимыми от внешних условий, чем грибки и бактерии.

Далее, механизм расселения бактерий часто весьма сложен. Имеется большое основание предполагать, что блохи грызунов являются разносчиками бактериальных и вирусных заболеваний, подобно тому, как вредные насекомые, связанные с человеком, играют крупную роль в переносе некоторых болезней.

Становится также все более ясным, что распространение возбудителя болезни, например, грибка, а, следовательно, и его суммарное действие зависят от общего количества хозяина вредителя. Так, например, при миграциях леммингов болезни не принимают эпизоотического характера, пока число грызунов не достигает своего максимума. Хотя несомненно, что бактерия и вирус являются причиной, хотя бы частичной, конечного снижения числа вредителей, но они не в состоянии устранить убытки, причиняемые в начале вспышки.

Это обстоятельство присуще, однако, всей схеме методов биологической борьбы. Недолговечные организмы, какими являются бактерии и грибки, характеризуются, прежде всего, отсутствием подвиж-

ности; распространение паразита ускоряется при плотном населении хозяина и возможно, что быстрый переход паразита от хозяина к хозяину вызывает повышение его вирулентности, пока в конце концов не вспыхнет эпизоотия. С другой стороны, более крупные организмы, как, например, хищники характеризуются более длинной жизнью. Более короткий период времени, отделяющий, например, поколения грызунов, позволяет им размножиться в избытке при благоприятных условиях и может пройти большой промежуток времени, прежде чем хищники появятся в количестве, нужном для восстановления утраченного равновесия.

ГЛАВА XV

Приманки и ловушки.

Крысолов, птицелов или рыболов будут пользоваться полным успехом в своем деле, если они хорошо знакомы с поведением своей добычи и ее реакциями на изменение внешних условий. Так и при борьбе с вредителями успешное применение методов этой борьбы зависит от ясного и точного знания реакций вредителя на внешние стимулы.

У высших животных, в особенности у человека, выработалась способность регулировать рефлексы на внешние раздражения путем памяти. У них есть способность к выбору, который основывается на прежнем опыте и на оставшихся о нем воспоминаниях. У низших животных и растений способность выбора отсутствует, и у них можно точно предсказать реакцию на пищевые стимулы. Наша задача — приманка таких низших организмов — значительно проще, чем сноровка птицелова или рыбака. Крыса может податься или не податься на соблазнительный запах сыра, но ночная бабочка не в состоянии сопротивляться притягательной силе источника света.

Если не останавливаться на работах немногих энтузиастов, то можно сказать, что вся область поведения насекомых и других низших животных лишь недавно вошла в круг научных изысканий и до сих пор мало что известно о пищевых реакциях этих организмов. Применение этих знаний к борьбе с вредителями в виду этого ограничено, и пока что еще находится в стадии опытов. Тем не менее, полезно привести несколько примеров пищевых реакций вредителей растений, чтобы получить некоторое понятие о воможностях в этом направлении.

Интересный пример в этом отношении дают тли, высокоспециализованные насекомые с сосущим ротовым аппаратом и с весьма сложной биологией. *Aphis rumicis* является обыкновенным многоядным насекомым, которое можно встретить осенью на некоторых растениях, например, на щавеле (*Rumex* spp.) и на бересклете (*Evonymus europaeus* L.). Однако, весною она покидает эти субстраты и пере-

селяется на ряд других растений, например, на мак, свеклу, бобы и т. д. Ее биология прекрасно изучена и может быть представлена в главных своих чертах, при помощи следующей диаграммы на этой странице.

Из нее можно сделать следующие выводы:

(1) *Fundatrices*, или основательницы, бескрылые самки вылупляются весною из перезимовавших яиц на первоначальном хозяине— бересклете. Эти самки обладают способностью производить живую молодь—копию в миниатюре своих матерей. Предполагается, что яйца задерживаются внутри тела матери до конца эмбрионального развития, пока молодое насекомое не вылупится. Эти самки называются „живородящими“ в отличие от гораздо чаще встречающихся яйцекладущих или яйцеживородящих насекомых. Далее, в указанном размножении не принимает участия самец; такое явление называется „партеногенезом“. Основательницы являются, таким образом, бескрылыми живородящими партеногенетическими самками, которые производят:

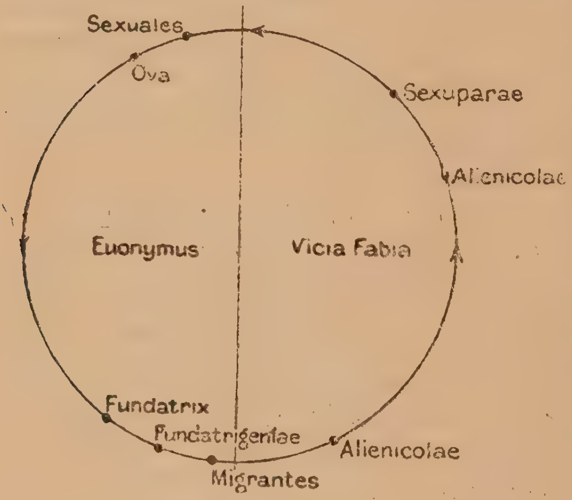


Рис. 2.

(2) *Fundatrigeniae*—тоже бескрылые, живородящие, партеногенетические самки, продолжающие жить на первоначальном хозяине. После одной или двух генераций, появляются, однако—

(3) *Migrantes*, отличающиеся от своих матерей тем, что они крылаты. В этой стадии, после онтогенеза на первоначальном хозяине, происходит переселение на вторичного хозяина, т. е. на бобы и т. д. Здесь вырастают —

(4) *Alienicolae*—тоже партеногенетические, живородящие, бескрылые самки, обладающие необычайной плодовитостью; молодь через какие-нибудь 9—20 дней дает новое поколение, и за лето нарождается огромное количество тлей; наблюдается ряд генераций *Alienicolae*, пока, наконец, не появятся —

(5) *Sexuparae*. Это крылатые партеногенетические живородящие самки, которые возвращаются на первоначального хозяина. Последние производят в свою очередь —

(6) *Sexuales*, самцов и самок; последние откладывают яйца, которые, перезимовав на первоначальном хозяине, дают начало основательницам.

Биология, как видно, очень сложная, но простая сравнительно с биологическими циклами других тлей. Наиболее интересным для нас является то обстоятельство, что человек в состоянии экспериментально оказывать влияние на отдельные стадии биологии тлей путем соответственного изменения внешних условий.

Первым и наименее сложным обстоятельством является влияние температуры на период времени, протекающий от времени появления на свет alienicolae и до отрождения первого поколения. Длина этого периода — периода развития—является важным фактором, предопределяющим конечное число насекомых; это соотношение для *A. pomi* Degeer впервые указал Lathrop (1), а впоследствии подтвердил и Davidson (2). Последний установил следующее взаимоотношение:

$$\text{период развития в днях} = \frac{324}{t_0 - 106}.$$

Далее было установлено, что время появления sexuparae зависит от внешних условий. При благоприятных условиях, именно при достаточно высокой температуре, alienicolae продолжают размножаться без появления самцов или яиц. Marcovitch (3) получил обратный результат, именно, появление sexuparae, не только у *A. rumicis*, но и у *Capitophorus hippophaes* Koch и *Aphis sorbi* Kalt. в июне, т. е. раньше обыкновенного, путем выставления на свет растения лишь на короткое время в течении около семи недель. Davidson (4) обнаружил подобное же влияние внешних факторов, как-то солнечного света, температуры и продолжительности дня, но он считает, что это влияние на насекомых не прямое, а через посредство растения-хозяина. Так продолжительность дня увеличивает фотосинтетическую деятельность растения и вместе с тем количество углеводов, находящихся в соках его. Эта деятельность, в свою очередь, выявляет у тлей скрытое стремление производить половые фазы. Marcovitch доказал, что появление migrantes у *A. sorbi* зависит от более продолжительного дня в весенние месяца.

Существуют, однако, указания, что отдельные биологические фазы таких тлей зависят не только от внешних факторов. Цитологические особенности указывают на возможность существования наследственной тенденции, связанной с числом и свойствами хромозом, предопределяющей появление половых форм осенью. Однако, не исключается возможность влияния внешних факторов на свойства хромозом.

Второй пример мы возьмем из очень далеко стоящей группы насекомых, саранчевых. Биология азиатской саранчи (*Locusta migratoria* L.) может быть разбита на две „фазы“: стадия одиночная, во время которой поведение насекомых мало чем отличается от поведения кобылок (они в этот период сравнительно безобидны) и стадия массовая, во время которой насекомые образуют кулиги или летные стаи, все опустошающие на своем пути. [Причины появления стадной фазы лежат повидимому в условиях воспитания личинок: если они воспитываются кучно, в массе, то получается стадная „фаза“, если же одиночно, то одиночная. Причины миграции точно неизвестны, но зависят повидимому от прирожденного инстинкта, начинающего действовать при определенных внешних условиях, и от определенной стадии развития половых желез (ср. 5, 6)]; неясны и непосредственные причины прекращения полета, которые обусловливаются созреванием половых желез. Но, однако, можно считать установленным, что направление движения такой стаи зависит от направления ветра; это обстоятельство делает возможным предугадать те местности, через которые пролетит стая. При таком предугадывании возможно заблаговременно сделать приготовления к встрече врага.

Реакция насекомых на пищевые стимулы сделала возможным разрешение практических задач не только по отношению к насекомым-вредителям растений, но и насекомым-оплодотворителям цветов. Во многих случаях можно считать установленным, что цветы высших растений развились и достигли своих высоко специализированных свойств и строения благодаря притягательному действию на некоторых насекомых. Это притягательное действие обуславливается в большинстве случаев запахом, т. е. хемотропическим стимулом, а в других случаях — цветом или формой цветка. Значение запаха и цвета некоторых плодов может также сказаться в их притягательных свойствах для насекомых, благодаря которым обеспечивается рассеивание семян.

1. Lathrop, F. H.. Journ. Agric. Res., **23**, 1923: 969.
2. Davidson, J., Ann. Appl. Biol., **12**, 1925: 472.
3. Marcovitch, S., Science, **58**, 1923: 537.
4. Davidson, J., Ibid., **59**. 1924: 634.
5. Предтеченский, С. А. Тр. Защ. Раст. Энт. 1, 1930.
6. Олсуфьев, Н. Г. Там же.

Хемотропизм. Привлекающие вещества. Теория о том, что определенные запахи приманивают определенных насекомых, имеет за собой большую долю вероятности. Неприятный запах боярышника, груши, некоторых зонтичных напоминает собой запах начальной ста-

дии разложения органических веществ и зависит от присутствия триметиламина [1]).

Имеются сведения (7), что триметиламин обладает иногда свойством привлекать американского хлопкового долгоносика (*Anthonomus grandis*), насекомое, обладающее способностью распознавать хлопчатник на изумительно большом расстоянии. Power и Chesnut (8) получили заметное количество аммиака и триметиламина из летучих веществ, выделяемых листьями хлопчатника.

Интересно происхождение этих составных частей. При изучении действия мышьяковистых препаратов на листья растений мы упоминали о присутствии в росе, снимаемой с хлопчатника, сравнительно большого количества солей, способных переводить мышьяк в раствор. Выделение углекислых солей (углекислый натрий и калий) из листьев, наблюдающееся у многих растений, в том числе и у *Malvaceae*, к которым принадлежит хлопчатник, происходит, вероятно, через железистые волоски с нижней стороны листьев (9). Аммиак (NH_3) и триметиламин [$N(CH_3)_3$] выделяются путем взаимодействия углекислых солей щелочных металлов, солей аммония, и холина [$CH_2(OH) \cdot CH_2 \cdot N(CH_3)_3 \cdot OH$ — гидроксиэтил-триметиламмониевый гидроксид], представляющего собой составную часть лецитина, фосфатида („липоид" см. стр. 265), вещества, широко распространенного среди животных и растений.

Другой жук, именно колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), как доказал Mc Indoo (10), реагирует на запах, издаваемый его хозяином-растением. Не только вещества, выделяемые при дистилляции листьев и клубней картофеля, но и листьев других пасленовых растений обладают способностью приманивать этого жука. Однако, какое именно химическое вещество обусловливает это свойство, пока еще не выяснено.

Как доказано, японский жук (*Popillia japonica*) приманивается некоторыми ароматическими маслами. Путем применения 10% раствора гераниола удалось изловить в восемь часов 13.000 жуков, несмотря на сильную летучесть этого вещества (11). Howlett (12) указывает, что некоторые химические вещества, родственные гераниолу, приманивают самцов некоторых фруктовых мух. Полеты самцов *Dacus zonatus* Saund. и *D. diversus* Coq. могли быть до некоторой степени направляемы действием цитронеллевого масла. *D. diversus* привлекается действием изо-евгенола, *D. zonatus* действием метил-евгенола; оба вещества являются составными частями цитронеллевого масла.

---

[1]) Возможно, что именно вследствие указанного сходства запахов суеверные люди считают боярышник приносящим несчастье и предсказывающим смерть.

Сначала полагали, что запах издается самками и является прямым половым возбудителем, но **Howlett** считает это неправдоподобным; вполне возможно, однако, что запах является косвенным половым агентом, направляя самцов к растению, где они могут найти самок.

Вероятно наиболее древним применением метода хемотропических приманок для ловли насекомых был обычай вывешивать у входных дверей баночки с небольшим количеством пива для ловли мух и ос; этот обычай имеет достаточные основания Действие пива, как это доказали **Imms** и **Husain** (13), объясняется не столько содержанием алкоголя, сколько эфиров. Эфиры низших жирных кислот и спиртов издают приятные запахи, напоминающие аромат некоторых фруктов. Это не значит, что аромат фруктов зависит от присутствия этих эфиров, но запахи эти столь схожи, что искусственные фруктовые эссенции приготовляются из этих эфиров. **Imms** и **Husain** показали, что прибавление к этиловому спирту нескольких капель кислот уксусной, масляной или валериановой, сильно увеличивает его приманивающий эффект на мух. Спирты, являющиеся продуктами ферментативных процессов, тем не менее приманивают мух, которые откладывают яйца в гниющие вещества; объяснение же наблюдений, сделанных в упомянутой работе, мы можем извлечь из работ **Cook** (14). Он установил некоторые взаимоотношения между химическим составом спиртов и эфиров и хемотропическим их действиями на комнатных мух, обычно истребляемых мушиными ловушками. Он показал, что существует определенная оптимальная концентрация для каждого вещества, зависящая от его точки кипения, и что эта оптимальная концентрация обратно пропорциональна седьмой степени температуры кипения:

Log. опт. конц. = 13,78 — 7,1 Log. темп. кип.

Измеряя притягательный эффект каждого вещества в его оптимальной концентрации количеством пойманных мух, он установил падение притягательного эффекта с повышением молекулярного веса.

	Количество пойманных мух	Наибольший притягательный эффект в %
Этиловый спирт	3,562	7,00
Пропиловый „ (изо-)	1,797	1,00
Бутиловый „ (N-)	1,480	0,25
Амиловый „ (изо-)	1,035	0,0625

Притягательный эффект эфиров в их оптимальной концентрации также падает с увеличением молекулярного веса, но прибавление группы CH_2 к радикалу жирной кислоты снижает притягательный

эффект много сильнее, чем прибавление этой же группы к спиртовому радикалу.

Эти исследования не были полностью применены на практике, но упоминание о них весьма полезно, так как только работая в этом направлении можно с успехом применить хемотропические свойства подобных веществ к задачам защиты растений.

До сегодняшнего дня еще не устранены затруднения удовлетворительного подбора веществ, подражающих запаху растений и растительных продуктов. Lutz (5), употребляя различные химические вещества на маленьких блюдечках, прибавляя их к салу, заметил, что насекомые, питающиеся на цветах, вовсе не приближаются к его ловушкам. Он объяснял это тремя возможностями: во первых, что не были найдены нужные комбинации запахов; что насекомые не были обмануты запахом, исходящим от столь непохожих на цветы предметов, как стеклянные блюдечки, и, наконец, что насекомые посещают цветы, руководимые не обонянием, а иным чувством. McIndoo (5) пытался химическими путями воспроизвести запахи, выделяемые цветами.

Подает надежды применение этого метода, тоже еще недостаточно изученного, путем использования химических веществ, которые побуждают самку к откладке яиц; в этом случае улавливаются яйца вместо взрослого насекомого. Так Richardson (15) наблюдал, что комнатная муха (*Musca domestica*) откладывает яйца на вещества, выделяющие аммиак. Откладка могла быть усилена путем прибавления масляной или валериановой кислот, из которых обе являются продуктами разложения. Однако, Crumb и Lyon (16) объясняют результаты их опытов присутствием углекислоты.

7. McIndoo, N. E., Journ. Agric. Res., **33**, 1926: 1095.
8. Power, F. B. and Chesnut, V. K., Journ. Amer. Chem. Soc., **47**, 1925: 1751.
9. Hardy, F., Trop. Agric., **4**, 1927: 102.
10. McIndoo, N. E.. Journ. Econ. Entom., **19**, 1926: 545.
11. Richmond, E. A., Proc. Entom. Soc. Wash., **29**, 1927: 36.
12. Howlett, F. M., Bull. Entom. Res., **6**, 1916, 297.
13. Imms, A. D. and Husain, M. A., Ann Appl. Biol., **6**, 1920: 269.
14. Cook, W. C., Journ. Agric. Res., **32**, 1926: 347.
15. Richardson, C. H., New Jersey Agric. Expt. Sta., Bull. 292, 1916.
16. Crumb, S. E. and Lyon, S. C., Journ. Econ. Entom. **10**, 1917: 432.

Приманочные посевы. Вообще говоря, можно ждать большого успеха от применения ввиде приманок настоящих растений, привлекающих вредных насекомых. Под эту рубрику подходит не только простой метод пищевых приманок, например, куски картофеля для проволочного червя, но и так называемый метод „приманочных посевов“. Этот метод может быть применяем только в случаях, когда

многоядное насекомое выказывает ясно выраженное предпочтение к определенному растению, которое может быть разведено без крупных издержек, около или между рядами культурного растения. Приманочный посев может быть либо собран и уничтожен, либо оставлен на месте, чтобы предохранить от заражения культуру.

Mac Dougal (17) заметил, что долгоносик (*Cryptorhynchus lapathi* L.), водящийся как на ольхе, так и на иве, предпочитает, однако, ольху. Чтобы предохранить от вредителя ивы, можно рассадить там и сям между ними ольховые кусты, в качестве приманок. Можно уничтожить долгоносика путем своевременного срезания и сожжения зараженных ветвей.

В этом случае успех объясняется предпочтением, оказываемым ольхе насекомым, в других же случаях результаты следует приписать иным причинам. Так, например, чтобы предохранить основной посев горчицы от разрушительного действия горчичной мушки (*Contraria nasturtii* Kieff.), Taylor (18) предлагает посадку приманочных рядов по окраинам поля. Мушка откладывает яйца на наиболее близком растении; приманочные ряды, после того, как яйца отложены, а лет окончен, скашиваются и уничтожаются. Основной посев, таким образом, в начале своего роста остается нетронутым, а позже, уже окрепнув, он в состоянии противостоять деятельности следующих поколений мушки.

Подобным же образом листоблошки, повреждающие прорастающие семена турнепса, могут быть иногда обезврежены прибавлением к семенам турнепса некоторого количества семян горчицы. Горчица прорастает раньше и повидимому приманивает листоблошек с молодого посева турнепса. В некоторых случаях возможно предоставить приманочному посеву расти свободно, не уничтожая вредителя. Belyea (19) советует для борьбы с сосновым долгоносиком (*Pissodes strobi* Peck.), повреждающим белую сосну, сажать вместе с ней шотландскую сосну, которая действует, как приманка, ослабляя тем самым поражение белой сосны. Предоставляется вполне возможным, что ослабление заражения объясняется какой нибудь иной причиной, а не предпочтением, которое выказывает долгоносик шотландской сосне, но во всяком случае насаждения одной белой сосны жестоко страдают от жука. Graham (20) объясняет избирательное действие вредителя влиянием инсоляции и более слабое заражение смешанных участков связывает с затенением белой сосны другими деревьями.

Picard (21) заходит так далеко, что считает ошибкой уничтожение предпочитаемого вредителем растения в зараженной местности. Меры, предлагаемые им, заключаются исключительно в том, чтобы сосредоточить вредителя в определенном участке зараженной куль-

туры. Для борьбы с виноградной листоверткой (*Polychosis botrana* Schiff.) он предлагает посадку вокруг виноградника изгороди из обыкновенной волчьей ягоды (*Daphne gnidium* L.), если сорт винограда не чересчур восприимчив к вредителю. Бабочка приманивается изгородью и повреждение виноградника уменьшается. Однако, создание улучшенных условий питания для вредителя представляется рискованным, а поэтому вернее уничтожать его наиболее дешевым и в то же время радикальным образом.

Одним из факторов, предопределяющим возможность применения хемотропизма для поимки вредителей растений, является способность последних к свободному передвижению. Неприменимость данного метода к организмам, лишенным этой способности, ограничивает применение его к вредителям из мира животных. Возможность применения хемотропизма по отношению к бактериям была выдвинута теорией Hiltner'a (22) о том, что клубеньковые бактерии приманиваются выделениями корневых волосков у мотыльковых растений.

[Приманочные посевы были рекомендованы для борьбы со злаковыми мушками в СССР, но успеха эти опыты не дали. Большим распространением пользуются эти посевы в Закавказье для борьбы с хлопковой совкой или коробочным червем (*Chloridea obsoleta* Schif.). Для этого между рядами хлопка высевается кукуруза, на нити которой совка откладывает яйца, оставляя без внимания рядом растущий хлопок, отстающий в росте от кукурузы. В известной стадии кукуруза скармливается скоту. Эта мера введена в качестве обязательной при контрактации посевов хлопка в Закавказье, но у населения не достает сознательности для вполне правильного применения этой меры.

В Германии приманочные посевы были рекомендованы Kühn'ом (23) против свекловичной нематоды (*Heterodera schachti* Schmidt). Для этого на зараженном поле высевался яровой рапс, посев которого потом уничтожался путем перепашки. Затруднением явилась во-первых необходимость тщательно следить за тем, чтобы уничтожение приманочного посева было произведено до образования бурых цист, что наступает уже на 6—8 день после посева, в виде которых нематода проводит зиму, а во-вторых высокая стоимость операции. Последняя была несколько понижена, благодаря применению по предложению Müller и Molz (24) железного купороса (ср. стр. 189) для уничтожения рапса; однако, тем не менее в практику эта мера не вошла. Затруднение состояло еще и в том, что нематода может не выходить из цист по нескольку лет, но сразу нападает на посевы свеклы, если последняя была посеяна на зараженном поле (ср. 25). Новая эра началась благодаря открытию Baunacke того факта (26), что личинка

нематоды извлекается из цист веществами, выделяемыми корнями свекловицы. Некоторые из этих веществ были выделены и были даже предложения применить их на практике, вводя в почву во время отсутствия растения и заставляя нематод голодать. Однако, скоро оказалось возможным упростить и этот метод, благодаря открытию Nebel'я (27). Он доказал, что имеется ряд растений, вызывающих нематоду из цист, но питаться которыми она не может. Такими „врагами нематоды“ оказались рожь, цикорий и некоторые другие растения. Вследствие этого оказалось возможным от метода приманочных посевов перейти к рациональному севообороту (28). *И. Ф.*].

17. Mac Dougal, R. S., Journ. Bd. Agric., **18**, 1911: 214.
18. Taylor, T. H., Univ. Leeds, Bull. 82, 1912.
19. Belyea, H. C., Journ. Forestry, **21**, 1923: 384.
20. Graham, S. A., Cornell Univ. Agric. Expt. Sta., Bull. 449, 1926.
21. Picard, F., Progrès agric. et. vitic., **75**, 1920: 36.
22. Hiltner, L., Arb. Biol. Abt. Land- u. Forstwirt. a. d. Kais. Gesundh. Amb., **1**, 1900: 177.
23. Cp. Flugblatt Nr. 11, Biol. Reichanst, 1920.
24. Müller, H. und Molz, F. Landw. Jahrb. **54**, 1920: 447.
25. Rensch, B., Zeit. wiss. Zool. 123 (3/4), 1925.
26. Baunacke, W., Arb. Biol. Reichanstalt 11, (3), 1922.
27. Nebel, B., Zuckerrübenbau, 1926 (5).
28. Кораб, И., Тр. Белоцерк. Селекц. Ст. 2 (2), 1927; Сборн. С.С.У. 8 (16) 1929.

Отпугивающие вещества. Явление приманивания насекомых запахом растения называется положительным хемотропизмом; на хемотропизм отрицательный, т. е. на отталкивающее действие растений или различных веществ на животных, тоже должно быть обращено должное внимание. Хотя на основе этого принципа довольно трудно сконструировать практически применимые ловушки для вредителей, но в виду его принципиальной близости к методу пахучих приманок уместно его рассмотреть здесь.

Уже раньше упоминалась возможность использовать в качестве предохранительного средства против вредителей выделения некоторых растений, которые содержат так называемые глюкозиды и алкалоиды. Так, например, хвойные деревья выделяют при повреждениях коры „смолы“, которые могут служить в качестве антисептиков. Такие вещества могут в некоторых случаях производить отталкивающее действие на животных. В связи с этим небезынтересно упомянуть, что корица и камфора, с давних пор употребляющиеся как предохранительные средства для домашних вещей, представляют собой такого рода выделения. Теперь, когда установлено, что многие насекомые являются переносчиками некоторых эпидемических заболеваний, успех применения против них ароматических

трав может быть объяснен вернее всего отталкивающим действием, а не их дезинфекционными свойствами.

В настоящее время употребление нафталина ввиде порошка или ввиде шариков против платяных молей (*Tineidae*) является обыденнейшим примером практически примененного отрицательного хемотропизма.

При изложении явления приманивания (стр. 178) упоминалось о применении этого метода при прорастании семян. До сих пор неизвестно, каким способом насекомому удается обнаружить растение-хозяина в этой стадии. Как будто приходится в этом случае признать наличие положительного хемотропизма; однако, можно предположить, что в момент прорастания семян прекращается имевшее до того место беспорядочное и бесцельное блуждание вредителя. Если первое предположение соответствует действительности, то в таком случае возможно применить приманочное действие других, маскирующих запахов, или же воспользоваться отталкивающими запахами.

Принято считать, что плодовитость того или иного вида обратно пропорциональна вероятности развития отдельной особи из его потомства. Грибок, споры которого разносятся ветром, имеет весьма малые шансы дать потомство, а поэтому число спор, производимых им, огромно. Возможность обеспечения потомства для насекомого, откладывающего свои яйца на определенное растение, зависит исключительно от способности его найти это растение. Оба приведенные примера имеют между собой коренное различие: если грибная спора не найдет своего хозяина, то это означает лишь неудачу начальной стадии жизни отдельной особи и имеет лишь относительно слабое значение в вопросе о сохранении вида грибка. Гораздо большее значение в вопросе о сохранении вида имеет внедрение на растение-хозяина взрослого насекомого, так как тут дело идет о конечной стадии всего потомства. С этой точки зрения существует твердое теоретическое основание для утверждения, что тропизмы у насекомых, в том числе и у вредных, действительно существуют.

Делались попытки применения в качестве химических веществ с отталкивающим запахом — скипидара и парафина — против повреждающих прорастающие семена листоблошек (29). Newton (30) ставил опыты со многими сильно пахнущими веществами, например, с пиридином, скипидаром, производными крезола и т. д., но результаты в смысле отталкивающего эффекта получились неопределенные. Он нашел, что патентованный препарат „Хлор-крезол“ и нафталин не оказывали никакого эффекта, в то время как пиридин и скипидар дали небольшие результаты. Никотин и сернокислый никотин, запах которых для человеческого обоняния

много слабее, чем запах хлор-крезола, дали результат значительно более удовлетворительный. С другой стороны, Jenkins (31) указывает, что ему удалось достигнуть ощутительных результатов, употребляя, при благоприятных условиях, парафин и скипидар для защиты турнепса от турнепсовой блошки. Он доказал с полной очевидностью, что метод этот не мешает прорастанию семян, но тем не менее предварительное испытание действия употребляемого сорта скипидара на прорастание семян весьма желательно. Jarvis (32) получил удовлетворительные результаты, обсыпая промежутки между рядами молодого сахарного тростника опилками, пропитанными „обезвоженной смолой". Резкий запах отпугивал гусениц *Metaponia rubriceps* Macq., пока саженцы не достигли достаточного роста, чтобы не бояться вредителя.

Чтобы избавиться от нападающей на прорастающий турнепс земляной блошки, с давних пор принято протаскивать по полю ветви бузины; быть может, получаемый результат объясняется не отталкивающим действием запаха бузины и не маскировкой запаха горчичных масел, выделяемых прорастающими семенами турнепса, а отпугивающим действием подымающейся пыли. Тем не менее Newton указывает, что на контрольном участке погиб весь посев, а на опытном поле, при употреблении перегона из листьев бузины, удалось спасти до 50% растений.

Возможность применения растений для отпугивания вредителей видна из примера, приводимого Шрейнером (33): *Pieris brassicae* никогда не откладывает яиц на капусту, окруженную томатами. Это впрочем подлежит еще проверке.

29. Min. Agric. and Fish., Leaflets, Sect. Vol. 2, 1926: 47.
30. Newton, H. C. F., устное сообщение, а также Journ. S. E. Agric. Coll. **25**, 1928: 116.
31. Jenkins, J. R. W., Welsh Journ. Agric. **4**, 1928: 334.
32. Jarvis, E., Queensland Agric. Journ.; **24**, 1925, 100.
33. Шрейнер Я. Ф. Тр. Бюро Энт. **2** (13), 1908.

Фототропизм. Действие света на бабочек было использовано еще в 1787 г. аббатом Roberjot (24) для вылавливания виноградных листоверток (*Clysia ambiguella* и *Polychrosis botrana*). С тех пор этот метод применялся многократно для уничтожения ночных бабочек, и было предложено большое количество различных световых ловушек.

Прежде всего подымается вопрос, каким образом эти насекомые, нормально обладающие отрицательным фототропизмом, судя по их ночным привычкам, вообще говоря, летят на свет, так как притягивание светом есть фототропизм положительный. Явление это необъяснено до сих пор, но Hewitt (35) приводит аналогичный пример.

Один из американских „озимых червей“ (гусеница *Euxoa auxiliaris* Grote) обладает отрицательным фототропизмом и среди дня прячется под поверхностью земли; перед закатом солнца он появляется на поверхности земли и ползет по направлению к западу к заходящему солнцу, выказывая, таким образом, фототропизм положительный. [Пример лета на закат хорошо известен ленинградским лепидоптерологам. В Сестрорецке имелась застекленная галлерея, состоявшая из двух крыльев, расположенных под прямым углом, одно фасадом к западу, другое к югу. Эта галлерея всегда давала хорошие сборы разных ночных бабочек, но почти исключительно то ее крыло, которое было обращено на запад. *И. Ф.*].

Притягивающее действие света зависит в некотором отношении от его состава; Perraud (36), употребляя монохроматические источники света, установил следующие числовые соотношения между притягивательными действиями различных цветов: желтый 21,3, зеленый 13,8, красный 11,3, синий 3,9 и фиолетовый 2,3 против 33,3 для белого света. Далее Dewitz (37) указывает, что, в общем, рассеянный свет действует сильнее, чем сосредоточенный. Современная практика виноградарей выдвигает употребление ацетиленовых световых ловушек.

Criddle (38) подвергает суровой критике метод световых ловушек и объясняет частую безрезультатность их тем обстоятельством, что на свет летят преимущественно самцы, а из изловленных самок большинство успело уже ранее отложить яйца. Dewitz как-будто установил, что процент прилетевших самок определенного вида зависит от семейства, к которому принадлежит этот вид. У группы семейств, объединявшихся ранее под именем шелкопрядов, этот процент равняется только 4, у совок 19, у пядениц 27, а у молей даже 39. Те же результаты получил и Theobald (39), который нашел, что большое преобладание самцов наблюдается у шелкопрядов, пядениц и совок, но что у листоверток, *Crambidae* и *Tipulidae* попадалось не мало и самок. Turner (40) установил, что в промежуток времени от 8 до 10 часов вечера было поймано до 40% всех самок с полными яичниками и 19% всех самцов. В период времени от 10 часов вечера до 4 часов утра число самок с полными яичниками убавилось, а число самцов и самок, отложивших уже яйца, наоборот возросло.

Второй причиной частой неудачи световых ловушек, которую приводит Criddle, является то обстоятельство, что благоприятная для лета на свет погода, бывает не часто. Установлено, что для обильного лова на свет необходимы безлунные, теплые и тихие ночи. Theobald (41) заметил, что при сильном дожде или ветряной погоде

лов бывает слаб и что максимум улова падает на период с июня по октябрь. Интересно отметить, что от октября до марта почти все пойманные бабочки оказались самцами; но, к сожалению, попытки истребления световыми ловушками самцов зимней пяденицы (*Cheimatobia brumata* L.) не имели успеха.

Дальнейшее возражение против световых ловушек, которое сделал Criddle, — это истребление полезных перепончатокрылых. Theobald заметил, однако, из своих опытов, что они попадаются лишь в небольшом количестве.

Общее мнение о действии световых ловушек склоняется к тому, что они имеют успех лишь в некоторых случаях. Theobald предлагает употребление световых ловушек только для истребления листоверток. Поимка остальных бабочек была не столь значительна, чтобы можно было воздержаться от применения опрыскивания. Возражения против применения световых ловушек обусловливаются также большим количеством работы, связанным с этим методом, так как лампы и ловушки нуждаются в ежедневном надзоре; кроме того необходимо убирать ловушку на день, чтобы избежать гибели пчел.

Кроме изложенного метода использования фототропических свойств ночных бабочек, был выдвинут способ ловли насекомых на краски, в которые окрашены цветы. Lutz (5) исследовал реакцию посещающих цветы насекомых на различные краски и установил, что их цветовое зрение соответствует зрению человека, обладающего цветовой слепотой на некоторые цвета. Замечено, что комары охотно садятся на темносинюю поверхность, а оранжерейная алейродида (*Trialeurodes vaporariorum*) с большой интенсивностью приманивается желто окрашенными предметами. [Новейшие опыты Frisch'а показывают, что пчелы обладают только двуцветным зрением, отличая лишь синий и желтый цвета (42). *И. Ф.*].

Возможны еще и другие применения фототропических свойств вредителей, чтобы уменьшить размеры повреждений. Hewitt (35) предлагает складывать бревна в тенистых местах, чтобы избавиться от нападения личинок *Monochamus*, жука из семейства усачей.

34. Imms, A. D., and Husain, M. A., Ann. Appl. Biol., **6**, 1920: 269.
35. Hewitt, C. C., Journ. Econ. Entom. **10**, 1917: 81.
36. Perraud, J., Progrès agric. et. vitic., **25**, **1**, 1904: 722.
37. Dewitz, J., Bull. Entom. Res. **3**, 1912: 343.
38. Criddle, N., Canadian Entom. **50**, 1918: 73.
39. Theobald, F. V., Journ. Roy. Hort. Soc. **51**, 1926: 314.
40. Turner, W. B., Journ. Agric. Res., **18**, 1920: 475.
41. Theobald, F. V., S. E. Agric. Coll., Res. and Advisory Dept. Ann. Rpt. 1923—24: 13.
42. Frisch, K. Zool. Journ. Allg. Physiol. 35, 1914; Шванвич, Б. Природа 1927, № 1, 2. Его же. Насекомые и цветы. ГИЗ. 1927.

Стереотропизм. Стремление насекомых располагаться на твердых предметах может быть рассматриваемо, как стереотропическое явление. Во многих случаях оно родственно с желанием найти убежище для отдыха или зимовки, когда, например, многие насекомые забираются в трещины или под кору деревьев. Это стремление используется в различного устройства ловушках; наиболее простая из них это гладкая доска, употребляемая для ловли слизней. Для истребления плодожорки (*Carpocapsa pomonella*) обычно обвязывают стволы яблонь парусиной или другим материалом, чтобы поймать гусениц, которые вылупляясь в середине лета из зараженных яблок, спускаются вниз по стволу, чтобы окуклиться в различных неровностях коры. Таким же образом гусеницы, выходящие из опавших яблок, ползут вверх по стволу. Поэтому рекомендуется обвязывать стволы несколько выше поверхности земли и несколько ниже мест, где имеются подходящие для окукления трещины. Отстающая кора отдирается прочь, а на ее место навязывается кольцо из темно окрашенной канвы или соломы. Ловушка осматривается периодически с июня по август и обнаруженные куколки уничтожаются.

В виду того, что подобная обвязка требует частого осмотра, Siegler (43) предлагает окружить кольца проволочной сеткой, так чтобы гусеницы могли зайти под нее, а вылупившиеся бабочки были бы задержаны. Это приспособление позволяет также паразитам, вылупившимся из гусеницы или куколки, выйти наружу: при уничтожении же приманки они погибают.

43. Siegler, E. H., Journ. Econ. Entom., 9, 1916: 519.

Различные ловушки. В эту рубрику включены различного типа механические ловушки самой разнообразной конструкции, основанные не на тропических, хотя бы косвенно, свойствах вредителей, но на некоторых особенностях их биологии. Так, крысиная западня с наживкой представляется нам зависящей от хемотропического действия наживки на крысу. Расположение же ее будет зависеть от направления бега крысы при прохождении по местности с редкой растительностью.

Успешный метод истребления зимней пяденицы (*Operophthera brumata* Sch.) использует то обстоятельство, что бескрылая самка ползет вверх по стволу, чтобы отложить яйца на почки или ветки фруктового дерева. Не только зимняя пяденица обладает бескрылой самкой, но и пяденица обдирало (*Hybernia defoliaria* L.) и мартовская пяденица (*Anisopteryx aescularia* Sch.); все эти виды принадлежат к семейству *Geometridae* и гусеницы их питаются листьями яблонь и других фруктовых деревьев. Восхождению самки по стволу ставится

препятствие в виде клеевого кольца. На ствол навязываются бумажные полосы шириною около 200 *мм*, которые намазываются каким-нибудь липким материалом.

Чтобы избежать повреждения дерева клейкими веществами, употребляются предохраняющие бумажные полосы; для того, чтобы бабочка не могла проползти под бумагой, бумага приклеивается, а затем привязывается снизу и сверху к сглаженному стволу дерева. Клеевые полосы должны быть прикреплены не слишком близко от земли, так как брызги грязи могут служить переходом через слой клея; кроме того, представляется вероятным, что спарованные самцы в состоянии переносить самок на короткие расстояния (44). Употребление клеевых колец при кустовых посадках действует не всегда успешно, в виду слишком низкого положения полос.

Клеевое вещество должно оставаться липким достаточно долгое время и не должно легко смываться дождем. Предлагались разные смеси из смолы, дегтя и растительных масел, но наилучших результатов достиг Theobald (44) со специальным патентованным материалом, хорошо в настоящее время известным под названием „тэнглфут". Существенное условие — чтобы клей не портил дерева, просочившись через бумагу или стекая с бумаги во время жары. Тэнглфут может быть, повидимому, с успехом употребляем даже без бумажного кольца.

Далее желательно, но не обязательно, чтобы клеевое вещество не обладало отталкивающим хемотропическим действием на самок пяденицы. Gleisburg (45) наблюдал, что при употреблении некоторых сортов клея самки откладывают яйца под кольцом. В этом случае рекомендуется опрыскивать ранней весной поверхность дерева ниже кольца каким-нибудь составом, убивающим яйца. Smulyan (46) пытался применять клеевые кольца против непарного шелкопряда (*Porthetria dispar.* L.), но нашел, что отпугивать бабочек запахом клея удается не всегда.

Вторым примером может служить „дисковый" метод, употребляемый против капустной мухи (*Hylemyia brassicae* Bouché). Метод заключается в использовании биологических особенностей вредителя для борьбы с ним. Мухи откладывают яйца непосредственно под уровнем земли около главного корня капусты. Чтобы помешать откладке яиц, с успехом применяли покрытые дегтем войлочные кружки, располагая их вокруг растения (47). Земля должна быть достаточно рыхла, чтобы образовался достаточно плотный контакт между кружками и ею. В литературе указывается, что в Голландии (48) было распределено между населением в 1923 году около миллиона таких кружков и после этого повреждения, причиняемые *Hylemyia*, были снижены с 90—95% до 5—8%.

44. Theobald, F. V., Journal Bd. Agric., 27, 1910: 542.
45. Gleisburg, W., рефер. Rev. Appl. Entom., A. 12, 1924: 287.
46. Smulyan, M. T., U. S. Dept. Agric., Bull. 1142, 1923.
47. Imms, A. D., Journ. Bd. Agric., 25, 1918: 59.
48. Hus, P. Rpt. Intern. Conf. Phytopath. Holland 1923: 122.

Яды для ловушек и приманок. При выборе подходящих ядов для ловушек и приманок мы не связаны требованием, чтобы это вещество было безопасно для растения, что необходимо для инсектисидов, употребляемых для опрыскивания. Поэтому мы можем, вообще говоря, употреблять наиболее дешевые сорта яда.

Против насекомых возможно применение дешевых мышьяковистых веществ, как-то белый мышьяк или парижская зелень. При желании можно употреблять мышьяковистые соли натрия, но чаще всего рекомендуется именно парижская зелень, особенно для вредителей, живущих в почве, когда слишком быстрое растворение нежелательно.

Формальдегид широко применяется в борьбе с мухами, как кишечный яд. Lloyd (49) приписывает получаемые иногда несколько неудачные результаты присутствию муравьиной кислоты и, несколько в меньшей степени, метиламину. Необходимо, чтобы формальдегид, употребляемый против мух, был бы нейтрализован некоторым количеством известковой воды и не издавал бы рыбного запаха метиламина.

Яды, употребляемые против грызунов, помимо вопроса о их токсичности, должны быть выбраны сообразно их действию не только на грызунов, но и на других животных. Всегда имеется опасность, что отравленная приманка будет съедена каким-нибудь домашним животным; в виду этого рекомендуется употребление ядов, достаточно безопасных для всех животных, кроме тех, для которых они предназначаются. Во-вторых, из соображений санитарных, желательно, чтобы яд действовал не чересчур быстро, в особенности при истреблении домашних вредителей, например, крыс и мышей, для того чтобы грызун под влиянием проглоченного яда успел бы удалиться из своего обычного местопребывания.

Отравленные приманки приготовляют чаще всего следующими способами:

1. Из пшеничной или ржаной муки замешивается на водном растворе яда крутое тесто, из которого выкатываются колбасики. Эти колбасики разрезаются на кусочки в $1^1/_2$—$2^1/_2$ *куб. см.* Один такой кусочек теста является порцией для закладки в одну нору.

2. Мука замешивается в тесто на воде, после чего тесто перемешивается с истолченным в мелкий порошок ядом и т. д. Ржаной и пшеничный хлеб вымачивается в растворе яда в течение 2—5 минут.

3. Зерна ржи, пшеницы, кукурузы, проса, овса, ячменя и т. п. вымачиваются в водном растворе яда от 2 до 24 часов.

4. Яд прибавляется к разным сочным продуктам: тыква, картофель, свекла, горох. Для некоторых случаев (54) установлена целесообразность маскировки вкуса яда сахаром. *А. П.*].

Сквилл, особенно рекомендуемый английскими авторами, получается из луковиц красного лука или морского порея (*Urginia* (*Scilla*) *maritima* (L.) Baker), лилейного субтропического растения. Токсическое начало морского лука до сих пор не вполне выяснено. Старые исследователи выделили глюкозид „сциллярен", исследованный Копачевским (50). Он считает этот глюкозид свободным от азота с формулой $C_{17}H_{25}O_6$, при гидролизе выделяющим липкую субстанцию и декстрозу. Этот активный глюкозид выпущен в настоящее время на рынок; он представляет собой кристаллическое, растворимое в воде вещество высокой токсичности (51). По своим действиям он близок к дигиталину, сердечному яду, но в малых дозах не ядовит ни для человека, ни для домашних животных. Приготовлять отравленные приманки рекомендуется, однако, в перчатках, так как луковицы морского лука вызывают раздражение кожи.

[Торговые названия таких препаратов „Batum", „Delitia-Ratten-Extrakt" и „Ratinin". Способы приготовления излагает Schwartz (52). Основательное возражение против применения этого яда состоит в том, что его токсичность зависит в значительной степени от местности, где он собран, и от времени года. До сих пор еще не найден способ стандартизации этого препарата. *А. П.*].

Сернокислый таллий. В Германии недавно выпущен на рынок препарат под названием „Zelio", действующей составной частью которого является сернокислый таллий. О нем сообщают, что будучи примешан к зерну, он не только лишен запаха, но грызуны определенно предпочитают обработанное им зерно; далее он почти безвреден для домашних животных и человека и действует медленно, при чем действие его направлено через кишечник и возбуждает у крыс жажду. Грызуны покидают свое обиталище и направляются в открытые места, где и погибают.

Углекислый барий. Широко применяется против крыс в Соединенных Штатах. Как и „Zelio", он не издает запаха; вследствие разъедающего действия его на слизистые оболочки кишечника, крысы отправляются в поисках за водой в открытые места, где и погибают.

Из других ядов, употребляемых против грызунов, о „вирусах", говорилось уже выше (стр. 291). Фосфор-содержащие препараты до сих пор пользуются широким распространением в виду их очень быстрого действия на грызунов. К сожалению эти препараты очень

ядовиты и для других животных, кроме того, они в достаточной мере огнеопасны. Стрихнин настолько токсичен, что он выгоднее, чем мышьяковистые препараты, несмотря на высокую стоимость; однако употребление его должно сопровождаться такими мерами предосторожности, что широкое применение его исключается. [У нас с успехом он применен последнее время в отравленных приманках для сусликов (53) и песчанок (54). Условия применения приманок со стрихнином проработал Burkhardt (55). Применение этих приманок в Германии регулируется полицейским законом (от 22/II—1906 г.), по которому приманка не должна содержать более 0,5% азотнокислого стрихнина и должна быть окрашена в красный цвет (для этой последней цели применяется фуксин). *А. П*]. Следует отметить, что в Великобритании действует изданный в 1911 году „Закон о защите животных", требующий особых предосторожностей при употреблении отравленных приманок, чтобы оградить собак, кошек, домашнюю птицу и прочих домашних животных.

49. Lloyd, E., Bull. Entom. Res., 11, 1920: 47.
50. Kopaczewski, W., Compt. rend., **158**: 1914: 1520.
51. British Chemical Abstracts B. 1924: 692, 997.
52. Schwartz, M. Flugblatt 66, Biol. Reichsanst.
53. Траут, И. И. и Семенов, Н. М. Тр. Н. Иссл. Лабор. отр. вещ. в. п. 4, 1928.
54. Траут, И. И. и Хитров, Н. Труды Н. И. Лаб. в 2: 1927: 1.
55. Burkhardt F. Zeit. Schädlingsbekämpfung 1923 (1).

ГЛАВА XVI

Борьба с вредителями в центрах инфекции и с переносчиками заразы.

Уничтожение центров инфекции. Общие соображения. Если мы имеем дело с настоящим паразитом, то инфекция обычно исходит из какого-либо определенного центра, где происходит размножение вредителя и откуда он распространяется, заражая растение-хозяина. Радикальной мерой борьбы, которую нужно отнести под эту рубрику, является уничтожение зараженного растения или растительных веществ.

Сюда должен быть отнесен прежде всего старый способ ручного сбора, который и по сейчас не утратил своего значения, если требуемая работа не сопряжена с непроизводительными затратами, а вредитель сосредоточен в хорошо заметных и доступных группировках; примером рентабельного сбора может служить собирание общественных гусениц бабочек-волнянок (*Lymanthriidae*) или уничтожение яиц, которые отложены в хорошо заметных кучках, как у некоторых шелкопрядов. Ручной сбор детьми гусениц капустницы (*Pieris brassicae* L.) или репницы (*P. rapae* L.), или яиц первой из них, обычно откладываемых кучками, или, наконец, самих бабочек, представляет собой задачу, поощряемую премированием местными ассоциациями садоводов в Англии. [Примером вполне рентабельного применения таких методов является срезание или сжигание зимних гнезд боярышницы (*Aporia crataegi* L.) или златогузки (*Nygmia phaeorrhoea* Don.), широко применяемое повсюду в СССР. Иногда население даже принуждалось к такой работе путем обязательных постановлений (Украина). В Крыму были предприняты сплошные очистки садоводческих районов].

Равным образом, при борьбе против менее заметных вредителей, существенным методом, локализирующим инфекцию, является

собирание и уничтожение зараженных частей растений. При борьбе с серой гнилью косточковых фруктов (*Sclerotinia cinerea* Schr.), имеет большое значение удаление и сжигание пораженных ветвей и мумифицированных фруктов, так как именно от них происходит распространение болезни весною. В Англии в 1923 году был издан закон „Серебряного листа", по требованию которого все владельцы земельных участков, на которых растут сливы или яблони, обязаны удалять и сжигать к 15 июля каждого года все сухие ветви в своем саду. Это мероприятие весьма существенно в смысле задержки распространения грибка, вызывающего млечный блеск (*Stereum purpureum* Fries) [1]).

Для уничтожения открыто живущих вредителей можно применять домашнюю птицу. Theobald (2) указывает на значение птиц в деле борьбы с некоторыми вредителями фруктовых садов; он наблюдал уничтожение грушевой мушки (*Diplosis pyrivora* Riley), если птиц допускали к пораженным деревьям. Он рекомендует крупные породы кур в кустовых посадках, в садах же со стандартными и полустандартными деревьями предпочтительны более легкие легхорны. [У нас население вывозило кур на поля, пораженные озимой совкой (2а)].

Для уничтожения опавших плодов и листьев, могущих распространять заразу, можно применять свиней и овец. Le Baron еще в 1873 году предложил пускать во фруктовые сады свиней и овец для уничтожения опавших яблок раньше, чем из них выйдут гусеницы плодожорки (*Carpocapsa pomonella*). Delassus (3) сообщает что в некоторых местностях была почти уничтожена оливковая муха (*Dacus oleae* Gmel.) путем систематического собирания опавших плодов и пусканием в сады овец и свиней. Возможно, что поедание опавших ранней весной листьев овцами в садах, покрытых травой, может уменьшить распространение в следующем году яблоновой

---

[1]) Чтобы предохранить срезанную поверхность, необходимо обратить внимание на обычные предосторожности, применяемые при подрезке деревьев, и замазать рану какимнибудь предохранительным веществом, например, дегтем, карболинеумом и т. д. Так как грибок, вызывающий млечный блеск, может поражать большое число разных растений, то уничтожение всего зараженного материала невозможно. Однако, найти доступ к растению грибок может только через поранение, а поэтому упомянутая мера предосторожности приобретает исключительную важность. Наиболее часто употребляется для этой цели стокгольмский деготь, который одновременно и дезинфецирует, и предохраняет дерево; кроме того, он настолько пластичен, что не дает трещин при расширении или сжимании дерева. Brooks и Moore (1) находят, однако, что стокгольмский деготь и газовая смола дают неудовлетворительные результаты, и рекомендуют некоторые краски, содержащие предохранительные вещества, употребляемые для предохранения киля корабля от морских желудей (*Balanidae*).

парши (*Venturia inaequalis* Winter). [Пускание свиней было предложено для уничтожения залежей саранчевых кубышек, но, повидимому, полного уничтожения залежи этим способом достигнуть нельзя].

В некоторых случаях возможно воспользоваться потребностью вредителей в убежищах в период времени, когда растение-хозяин недеятельно или отсутствует. Насекомое проводит зиму в одной из стадий своего развития и обычно требует подходящего убежища. Если таковое отсутствует, то вредитель легче подвергается воздействию неблагоприятных факторов как климатических, так и биологических, и вероятность благополучной зимовки снижается. На этом основана система опрыскивания мест, где прячутся покоящиеся, неактивные вредители.

Рекомендуется уничтожать разного рода мусор, в котором прячутся в течение дня вредители, питающиеся по ночам. [Применение сжигания вредителя в природе по существу основано на этом принципе]. Равным образом трава является убежищем в течение зимы для многих вредных насекомых. На этом основании Lefroy (4) считает ошибочным оставлять нетронутой в течение всего года траву во всех доходных фруктовых садах, за исключением, пожалуй, вишневых. Удалением мхов и лишайников со стволов деревьев также достигается уничтожение убежища.

Большинство мероприятий, составляющих „гигиену растений" или „санитарию фруктового сада", основано на разрушении частей зараженного растения или на прикрытии убежищ вредителей.

[Уборка и сжигание всякого рода остатков после снятия урожая, а также удаление засохших ветвей, загнивающих плодов с деревьев, составляют одну из важнейших санитарных мер для всех культур вообще и должны войти, как необходимое условие в систему планомерных мероприятий, направленных к подъему сельского хозяйства и к защите возделываемых растений от грибных и бактериальных болезней. *А. Я.*].

1. Brooks, F. T. and Moore, W. C., Journ. Pom. Hort. Sci. **5**, 1926: 61.
2. Theobald, F. V., Journ. S. E. Agric. Coll., **23**, 1923: 8.
2a. Филипьев, И. Н. Тр. Прикл. Энт. **13**, (4), 1928.
3. Delassus, реферат. Rev. Appl. Entom., A. **12**, 1924: 186.
4. Lefroy, H. M. Journ. Roy. Hort. Soc., **41**, 1915: 28.

Уничтожение растения-хозяина. В крайних случаях, когда невозможно применение другого метода, приходится прибегать к уничтожению пораженного растения-хозяина или даже и всего урожая К сожалению, это почти единственный метод против „вирусных" заболеваний и против неподдающихся воздействию бактериальных бо-

лезней, если не считать выработку устойчивых разновидностей растений и борьбы против переносчиков заразы. Этот метод применялся, например, в Соединенных Штатах против „вирусной“ болезни, известной под названием желтизны персика, и против рака апельсина (*Pseudomonas citri* Hasse). Последняя болезнь, появившаяся около 1910 года, была успешно подавлена лишь путем радикального уничтожения деревьев (5).

Залог успешного применения подобного метода — это неукоснительное его проведение, и в сколько нибудь широком масштабе он может быть применен лишь в порядке законодательного акта. Он зависит существенным образом от установления вредителя. В современных работах о мозаичной болезни хмеля указывается, что установление присутствия этой болезни дело вовсе не легкое. Обычно мозаичная болезнь производит некоторые характерные изменения на листьях, вследствие чего возможно узнать болезнь и уничтожить соответствующую группу растений. Однако удалось установить, что новый сорт хмеля, недавно появившийся в доходных хозяйствах, не проявляя сам симптомов этой болезни, может передавать ее соседним посадкам старых сортов. Thrupp (6) установил путем опытов с прививкой, что этот специальный сорт хмеля является носителем болезни (этим же термином, как известно, обозначаются люди, являющиеся распространителями заболеваний и не заражающиеся болезнью сами). Если будут обнаружены такие переносчики и для других заболеваний, то борьба с последними путем уничтожения зараженных растений натолкнется на серьезные затруднения.

[Метод радикального уничтожения больных „вырождением особей“ является пока единственным способом оздоровления насаждений от этих опасных болезней, против которых нет лечебных или профилактических мер. Являясь постоянной угрозой для соседних растений того же вида, вследствие переноса „вырождения“ насекомыми, и передавая болезнь путем вегетативного размножения, больное растение должно быть уничтожено, тем более что оно все равно рано или поздно обречено на гибель. Проводимая в течение нескольких лет под ряд в основных наших картофельных питомниках ежегодная чистка коллекций и репродукций привела к заметному оздоровлению посадочного материала. *А. Я.*].

Уничтожение дикорастущих растений-хозяев. В некоторых случаях вредитель паразитирует не только на культурных растениях, и тогда необходимо уничтожить дикое растение, могущее стать субстратом для вредителя. Lefroy (4) приводит огромный список дикорастущих растений, могущих служить пищей для самых обыденных врагов фруктового сада. Так, например, он насчитывает 21 вид

вредителей фруктовых деревьев, живущих также на боярышнике, и считает необходимым применять те же методы борьбы к дикорастущему хозяину, как и к культурному. [Порчинский (6а) считает, что рябина является источником заражения яблони рябиновой молью (*Argyresthia conjugella* Hb.)].

Во многих случаях вредители зимуют на таких хозяевах из сорняков. Pritchard и Porte (7) доказали, что септориевая пятнистая болезнь помидора (*Septoria lycopersici* Speg.) может заражать дикорастущие пасленовые растения, и тщательное истребление последних устраняет возможность перезимовки грибка. Равным образом истребление диких огурцов, *Asclepias* и *Phytolacca* на расстоянии 40—60 метров вокруг поля, по словам Doolittle и Walker (8) может пресечь распространение мозаичной болезни огурцов. [Уничтожение диких пасленовых (*Solanaceae*) в картофельных насаждениях желательно как мера, предохраняющая от распространения вырождения и, возможно, от развития картофельнаго рака (*Synchytrium endobioticum* Perc.), встречающегося также и на них. Равным образом, одной из предупредительных мер против распространения в огородах капустной килы является уничтожение сорных крестоцветных, как пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* L.) и др. *А. Я.*].

В связи с этим приобретает серьезное значение вопрос о специализации, которую в высокой степени выказывают многие грибки например: мучнисторосяные грибки (*Erysiphaceae*) и ржавчинные (*Uredineae*). Было доказано, что определенные виды этих грибков могут встречаться на целом ряде растений-хозяев, но что форма грибка, живущая на определенном хозяине, неспособна заражать другие растения. Формы грибка, встречающиеся на обоих хозяевах, морфологически неотличимы друг от друга, но биологическая их разница сказывается в различно направленной способности инфекции. Такие формы носят поэтому название „биологических рас". В качестве примера Salmon (9) приводит болезнь хмеля (*Sphaerotheca macularis* Magnus), для которой в качестве хозяина может служить целый ряд дикорастущих растений, встречающихся по соседству с посадками хмеля. В связи с этим применение к сорнякам тех же предохранительных мер, как к хмелю, не представляется необходимым, так как специальные „биологические расы", живущие на сорняках, не могут заразить хмель.

Вопрос о специализации паразитов усложняется у так называемых передаточных (мостообразующих) видов растений-хозяев. Например, биологическая раса *Erysiphe graminis* DC., паразитирующая на *Bromus racemosus*, не в состоянии заражать непосредственно *B. commutatus*, но, укрепившись на *B. hordeaceus* спорами своего последующего

поколения, она непосредственно уже заражает и *B. commutatus*. Таким образом, *B. hordeaceus* является мостом, дающим возможность грибку переходить с *B. racemosus* на *B. commutatus*. В виду вышеизложенного, несмотря на кажущуюся безопасность при наличии биологических рас, приходится неусыпно наблюдать за возможностью приспособления грибка к дикорастущему растению.

5. Waite, M. B., Gilbert, W. W. et al. U. S. Dept. Agric., Year Book, 1925: 453
6. Thrupp, T. C., Ann. Appl. Biol., **14**, 1927: 175.
7. Pritchard, F. J. and Porte, W. S. U. S. Dept. Agric., Bull. 1288, 1924.
7a. Порчинский, И. А. Тр. Бюро Энт. **9** (9), 1912.
8. Doolittle, S. P. and Walker, M. N., Journ. Agric. Res., **31**, 1926: 1.
9. Salmon, E. S., Journ. S. E. Agric. Coll., **20**, 1911: 434.

Уничтожение промежуточных хозяев. Некоторые организмы представляют интересный пример паразитизма: для завершения их жизненного цикла требуется наличие двух хозяев. Паразит проводит на каждом из них особую стадию жизни. Явление это называется сменой хозяев (гетереция, двудомность или разнодомность); оно было впервые замечено по тому неблагоприятному влиянию, которое оказывал барбарис на близрастущую пшеницу, что давно уже было замечено практиками сельского хозяйства. В 1760 году в Массачузетсе был издан закон, требующий истребления всех кустов барбариса, хотя тогда, конечно, причина взаимоотношений не была еще выяснена: „так как установлено опытом, что увядание пшеницы и других английских злаков часто происходит от кустов барбариса, причиняя большие потери и убытки жителям этой провинции“ (10). Аналогичные законодательные постановления были опубликованы и в других восточных штатах С. Америки, в Англии же уничтожение барбариса велось достаточно энергично и без законодательных мероприятий.

Связь между грибными заболеваниями барбариса и пшеницы (*Puccinia graminis* Pers.) впервые установил датский учитель Schoeler в 1818 году (11). Существование разнодомности у ряда других видов было доказано De Bary (12). Несмотря на ранее предпринятые в некоторых штатах С. Америки меры, жестокая вспышка болезни в 1916 году поставила на очередь беспощадное истребление барбариса. В 1918 г. были предприняты организованные мероприятия в 13 различных штатах, и с этого года и до 30 июня 1926 г. уничтожено свыше 12 миллионов кустов барбариса (14). Для направления общественного мнения в сторону, благоприятную для этой кампании, в этих штатах было распространено среди населения до 5 миллионов брошюр по этому предмету. В результате, убытки,

причиняемые ржавчиной в штатах, расположенных на восток от Миссисипи, сделались ничтожными.

В некоторых государствах Европы, вслед за уменьшением количества промежуточного хозяина, также наблюдалось снижение убытков от *Puccinia graminis.* Как уже говорилось, в Англии барбарис редко встречается по соседству с пахотными полями. Но там, где он растет, как в некоторых частях Уэльса, грибок причиняет некоторые убытки (15). Уничтожение барбариса предписано законом в Дании и Норвегии. По данным Lind (16) в Дании, до издания в 1903 году законодательного постановления об уничтожении барбариса, сильные вспышки болезни наблюдались каждые 2 - 3 года, теперь они совершенно исчезли, но в немногих местах, где барбарис еще существует и ныне, наблюдаются повреждения ячменя и до настоящего времени.

При наличии некоторых специальных условий, в некоторых производящих пшеницу областях уничтожение барбариса не вполне уничтожает грибок. Жизненный цикл *Puccinia graminis* в общих чертах таков: телейтоспоры, образовавшиеся на злаке, прорастают весной, образуя промицелий и споридии, не способные заражать пшеницу, но занесенные ветром на барбарис они производят пикниды и эцидии. Эцидиоспоры, попавшие на восприимчивый зерновой злак, заражают его и дают начало уредоспорам. Последние появляются в огромных количествах и распространяют заразу среди зерновых злаков на широкое расстояние. Несколько позже снова образуются телейтоспоры.

Выясняется как будто, что возбудитель стеблевой ржавчины не всюду вполне зависит от присутствия барбариса. Так в Австралии и Южной Африке ржавчина производит большие опустошения, хотя барбарис там редок, а в иных местах даже отсутствует. В этих местах грибок, повидимому, размножается несмотря на отсутствие эцидиальной стадии; обычно считают, что он перезимовывает в стадии уредоспор на многолетних дикорастущих травах. Lind (16) проводит границу между областями, где перезимовка уредоспор невозможна и где, вследствие этого, уничтожение барбариса, является радикальным методом борьбы, и областями, где уредоспоры могут перезимовывать; в таких областях уничтожение барбариса не имеет первостепенного значения.

Аналогичные взаимоотношения существуют у бурой ржавчины пшеницы (*P. triticina* Eriks.), хозяином которой в эцидиальной стадии является василистник (*Thalictrum* spp.). В частях Соединенных Штатов, где ребенок этот имеет экономическое значение, он, по предложениям Jacksou и Mains (17), дает непрерывный ряд

уредо-генераций, так как растение-хозяин его в эцидильной стадии там редко.

[То же самое, повидимому, имеет место и у нас как для бурой ржавчины пшеницы, так и для карликовой ржавчины ячменя (*Puccinia simplex* Eriks. et Hen), развивающую свою эцидиальную стадию согласно исследованиям Траншеля на видах *Ornithogallum*. *А. Я.*].

Другим примером разнодомности ржавчинного грибка может служить ржавчина яблони (*Gymnosporangium juniperi-virginianae* Schw.). Грибок этот перезимовывает на американском можжевельнике (*Juniperus virginiana*), вызывая на нем появление галлов. Ранней весной галлы претерпевают изменения, в это время появляются плодовые тела, называемые в просторечии „цветами можжевельника". Телейтоспоры, заключающиеся в этих образованиях, прорастают и образуют промицелии с вторичными спорами или споридиями. Эти последние через некоторое время подхватываются ветром, попадают на молодые листья или плоды яблони, прорастают и заражают деревья. На верхней стороне пораженных листьев яблони появляются пикниды, а несколько позже и эцидии, но уже на нижней их стороне. Эцидии образуют эцидиоспоры, которые, попав снова на можжевельник, заражают его, в результате чего образуются уже ранее упомянутые галлы. Из сказанного вытекает важное обстоятельство, именно, что в этом биологическом цикле промежуточный хозяин является необходимым для сохранения паразита. Вредитель может существовать только при наличии обоих хозяев, и уничтожение одного из них будет иметь следствием гибель грибка. Эта болезнь, известная еще с 1822 года, не являлась серьезной опасностью до 1903-5 годов, когда она распространилась в Соединенных Штатах на обычных сортах яблок, и в 1910 г. причинила большие убытки во многих штатах. В Виргинии был издан в 1914 году „Закон о можжевеловой ржавчине" („Cedar Rust Law„) [1]), предписывающий уничтожение можжевельника; результаты применения этого закона были весьма благоприятны (13).

[У нас и в Западной Европе ржавчина на яблоне обусловливается другим видом *Gymnosporangium tremelloides* R. Hartig, который развивает свою телейтоспоровую стадию на обыкновенном можжевельнике (*Juniperus communis* L.) При отсутствии можжевельника эцидиальная стадия паразита не в состоянии образоваться, так как она возникает только от заноса споридий (базидиоспор). Но занесенные с яблони эцидиоспоры, прорастая на можжевельнике, дают

[1]) У американцев — cedar, кедр; целый ряд хвойных деревьев в Америке носит это название. Они не имеют ничего общего ни с классическим ливанским кедром (*Libocedrus*), ни с нашим сибирским (*Pinus cembra*). *И. Ф.*

многолетнюю грибницу, которая и при отсутствии яблони может давать ежегодно весной телейтоспоры. Это обстоятельство следует учитывать в особенности при закладке новых садов, и можжевельник должен быть беспощадно уничтожен. Лучшим заслоном яблонных садов от заноса телейтоспор с можжевельников, растущих в соседних лесах, является живая изгородь из туи. *А. Я.*].

Сделано много попыток объяснить происхождение разнодомности, так как на первый взгляд такое усложнение биологии неблагоприятно для развития грибка: благополучие зависит от случайного заноса на нужного хозяина дважды в его жизненном цикле. Однако, промежуточные хозяева обычно являются необходимыми сочленами данного растительного сообщества: в виду этого для грибка обеспечены подходящие условия зимовки, а в связи с этим, и нормальное развитие (см. Мордвилко, 17а).

Разнодомность и связанный с ней метод борьбы путем уничтожения промежуточного хозяина встречаются отнюдь не только среди грибков. Мы уже говорили о жизненном цикле тли *Aphis rumicis*, для развития которой необходимы два вида растений. У одних тлей такая миграция является обязательной, у других случайной; но, несомненно, у всех мигрирующих видов можно использовать зависимость их от второго растения-хозяина для снижения их размножения и распространения. Theobald (18), изучая причины сильного повреждения свеклы *Aphis rumicis*, предлагает уничтожать по соседству с огородами мак, излюбленного первичного хозяина, и бересклет (*Evonymus*)—хозяина промежуточного.

Чередование поколений наблюдается также среди некоторых паразитов животных. Обыденный пример этого дает печеночная глиста (*Fasciola hepatica* L.), которая имеет главным хозяином рогатый скот, изредка человека, а в качестве промежуточного хозяина — улитку *Limnaea truncatula*. Почти все ленточные глисты разделяют свой жизненный цикл между двумя хозяевами: свиной солитер (*Taenia solium* Rud.) переходит от свиньи к человеку и, возможно, является причиной отказа от употребления свиного мяса, предписываемого некоторыми религиями. Среди других организмов, возбудитель малярии (*Plasmodium*), принадлежащий к простейшим, имеет промежуточным хозяином разные виды комаров из рода *Anopheles*; трипанозомы, вызывающие африканскую сонную болезнь, переносятся мухами цеце (*Glossina*), техасская лихорадка рогатого скота переносится клещами (*Boophilus*). В этих случаях успешное развитие паразита зависит от передачи его промежуточным хозяином, а потому они будут более подробно разобраны в разделе о „насекомых—переносчиках болезней“.

10. Законы Штата Массачузетс, 1736 — 1761: 153.
11. Schoeler, Om., Landoekomninske Tidender 8, 1818: 289.
12. De Bary, A., Monatsber. K. Akad. Berlin, 1865 — 1866.
13. Waite, M. B., U. S. Dept. Agric., Year-Book 1926: 145.
14. Kempton, F. E. and Hutton, L. D., loc. cit.; 158.
15. Min. Agric. and Fish., Misc. Publ. 52, 1926: 10.
16. Lind, J., Tidskr. f. Planteavl., 22, 1915: 729.
17. Jackson, H. S. and Mains, E. B., Journ. Agric. Res., 22: 1921: 151.
17a. Мордвилко, А. Cbl. Bakt. Parasitenk. (2) 66, 1925: 182. Защ. Раст. 2, 1925: 167.
18. Theobald, F. V., Journ. S. E. Agric. Coll., 20, 1911: 167.

Устранение переносчиков инфекции. Возможно приблизительно распределить вредителей по способу, которым они переходят от хозяина к хозяину, т. е. по тому переносчику, благодаря которому они распространяются. Высшие животные и многие насекомые обладают способностью активного передвижения, которое регулируется тропизмами; этим способом обеспечивается их расселение; низшие животные и все растительные вредители могут расширять ареал своего обитания лишь случайными путями — например ветром, водой, в некоторых случаях более специализованными способами. Например, они могут внедряться в семена растения - хозяина и распространяться вместе с ними. Таким образом, возникают болезни, разносимые семенами; они уже рассмотрены в главе об уходе за семенами. Далее вредители распространяются насекомыми, посещающими цветы, и другими насекомыми, входящими в соприкосновение с растениями; наконец, способствовать распространению их могут высшие животные, а также и человек [непосредственно, приемами обработки почвы, а особенно товарооборотом, охватившим все уголки земли]. Теперь перейдем к более детальному изучению различных переносчиков болезней растений.

Перенос ветром. Общих мер борьбы против переноса вредителей ветром не существует; Butler (19) считает, однако, что устройство „ветренных завес“ может быть полезно для ограничения распространения болезней, разносимых ветром. Он заметил, что в чайных плантациях кусты, расположенные около заграждений, задерживающих ветер, менее подвержены болезням листьев, чем стоящие на открытом месте.

[Перенос спор паразитных грибков играет первостепенную роль в деле распространения различных болезней возделываемых растений. Исследования Шитиковой (19а) показали, что воздух насыщен живыми спорами грибков, которые, по данным американцев, встречаются также в высших слоях атмосферы и заносятся на огромные

расстояния воздушными течениями. Исследования Русакова (19b) наглядно показали, что занесение спор воздухом служит нередко первоисточником развития массовых эпифитий ржавчины на хлебных злаках. *А. Я.*].

В некоторых областях с чайным хозяйством принято употреблять мотыльковые растения в качестве зеленого удобрения. Как косвенное его действие, установлено заметное снижение повреждений, причиняемых *Helopeltis theivora* Waterh., клопа возбудителя очень серьезной болезни. Hart (20) считает, что *Leucaena glauca* Benth, растущая между рядами чайных кустов в виде плотной изгороди, более действительна против этого насекомого, чем *Tephrosia*, и думает, что зеленое удобрение является механическим щитом против последовательных волн, исходящих из фокуса инфекции *Helopeltis*. Однако, он соглашается, что *Leucaena* может производить вещества неблагоприятные для развития вредителя, или, что результат зависит от действия *Leucaena*, как удобрения, укрепляющего чайные кусты.

19. Butler, E. J., Fungi and Diseases of Plants, Calcutta, 1918: 109.
19a. Шитикова, А. А. Матер. микол. фитопатол. 5 (2), 1926: 29; 6 (1), 1927: 13.
19b. Русаков, Л. Ф. Матер. микол. фитопатол. 6 (1): 38; Русаков, Л. Ф. и Шитикова, А. А. Там же, 8 (1), 1929: 104.
20. Hart, S. J. G., Рефер. Rev. Appl. Entom., A, 12, 1924: 10.

Перенос водой. Распространение вредителей растения водой является фактором большого значения, особенно там, где применяется искусственное орошение. Большое значение имеет оно в оранжерейных культурах, где практикуется частичная стерилизация почвы. После уничтожения живущих в почве вредителей при помощи стерилизации, приходится приложить все усилия к тому, чтобы избежать нового заражения; случайно занесенный при таких обстоятельствах вредитель, свободный от конкуренции других грибков и насекомых, может размножиться в угрожающих размерах.

Bewley (21) с сотрудниками наблюдали несколько вспышек выпревания помидор (*Phytophthora cryptogea* и *parasitica*) от орошения зараженной водой. Анализы воды, служащей для орошения в доходных огородных хозяйствах, показали, что вода из водопровода и из глубоких артезианских скважин была относительно чиста. Зато колодцы, питаемые подпочвенной водой из неглубоких слоев, содержали значительное количество патогенных организмов. [Исследование водоемов, произведенное Самуцевич (22b) установило, как и следовало ожидать, богатство почвенных вод зародышами различных грибов, среди которых встречаются также споры паразитов растений. *А. Я.*].

Для оздоровления зараженной воды, Bewley предлагает либо фильтрацию, либо обработку термическую или химическую. Фильтрация сначала давала недурные результаты, но впоследствии она оказалась недостаточной. Из веществ, употребляемых для химической стерилизации, особенно токсичны для грибков сулема и вещество, предлагаемое под маркой „Chloros“. Сулема имеет тот недостаток, что, будучи сильно ядовита, она требует особых предосторожностей, чтобы не попасть в воду, потребляемую людьми. Термическая обработка состоит в том, что вода, прежде чем попасть в оранжерейное водохранилище, проходит через котел, где нагревается до точки кипения. Bewley считает термическую обработку необходимой для воды, употребляемой для орошения только молодых помидоровых кустов, так как более крупные растения сопротивляются „выпреванию“ и без этого средства; Bewley (22) позже ввел в употребление смесь „Cheshunt“, вводимую в землю путем разбрызгивания и действующую как частичный стерилизатор не только на почву, но и на воду, находящуюся в ней.

В случае заражения колодца, очистка должна быть начата при помощи медного купороса, а затем каким либо просветляющим веществом—хлорным железом, или смесью поташа и углекислых алюминия и натрия. В последнем случае просветляет воду коллоидальная водная окись алюминия, оседающая в результате взаимодействия указанных веществ. При питании культур просветленной таким образом водой все же желательно стерилизовать ее одним из вышеизложенных способов.

[Потоки воды переносят и разных животных вредителей, особенно, если вода им не вредит непосредственно. К таковым относятся почвенные нематоды, особенно образующие цисты *Heterodera*. На перенос цист водою орошения жалуются в Соед. Штатах (22a). Пишущему эти строки пришлось быть самому свидетелем такого же действия ливневых потоков в Киевском районе. Вода сносила цисты с выше расположенных зараженных свекловичных полей и отлагала их в долинах, куда она стекала. Вся свекла в таких долинах оказалась зараженной, но заражение было наибольшим на том месте склона, где шел край потока и где отлагались легкие частицы, несомые по поверхности, в числе коих были и цисты. Пригорки выше этой линии были свободны или почти свободны от заражения. *И. Ф.*].

21. Bewley, N. F. and Buddin, W., Ann. Appl. Biol. 8, 1921: 10.

22. Bewley, W. F., Cheshunt Expt. and Res. Sta., 7 th Ann. Rpt., 1921: 38.

22a. Thorne, G. U. S. Dept. Agric. Bull. 192, 1916.

22b. Самуцевич, М. М. Микофлора водоемов. Материалы по микологии и фитопатологии 8 (2), 1929 (издан в 1930).

Перенос насекомыми. Предохранительные мероприятия при некоторых человеческих заболеваниях сделались возможными лишь после того, когда была выяснена роль насекомых в качестве переносчиков болезней. Равным образом возможно предохранять от болезней и растения; в обоих случаях дело касается мельчайших из паразитических организмов, значение которых, однако, может быть очень большим. Этот вопрос имеет особое значение в том случае, когда борьба непосредственно с паразитическим организмом невозможна или практически неосуществима. Такие паразиты принадлежат к бактериям, простейшим или к числу „вирусов". Передача „вирусных" заболеваний, о чем уже было говорено, может быть доказана экспериментально, но возбудитель их до сих пор еще не установлен. Для практических целей условимся считать, что „вирус" содержит организмы или сам является организмом, ускользающим от наблюдения даже в поле зрения ультрамикроскопа, по крайней мере, в один из периодов своего жизненного цикла.

В первый раз значение насекомых в переносе болезней было установлено Waite (23) в 1891 году; он нашел, что „огненная плесень" плодовых деревьев (возбуждаемая *Bacillus amylovorus* Burr.), распространяется мухами и осами. Изучение все большего числа вирусных и бактериальных болезней подтверждает существенное значение насекомых в их передаче.

Роль насекомых в качестве передатчиков болезней может быть во многих случаях чисто механической, как это имеет место в только что указанном примере. В некоторых случаях дело сложнее, например, насекомое может произвести поранение тканей растения, чем болезнетворному организму открывается свободный доступ внутрь растения.

В других случаях насекомые играют более глубокую роль в жизни паразита. В предыдущем разделе мы упоминали об явлении чередования поколений. В настоящее время в жизненных циклах некоторых паразитов животных установлены случаи чередования, где насекомые являются промежуточными хозяевами. Наиболее удивительным и лучше всего изученным примером такого рода является взаимоотношение различных форм человечекой малярии с комарами из рода *Anopheles*. Широкое распространение болезни зависит от наличия того или иного вида насекомого-переносчика. Профилактикас водится к уничтожению промежуточных хозяев. Уменьшение малярии в некоторых местностях может быть объяснено исключительно уничтожением комаров, случайным или намеренным.

Что касается растений, то пока что не установлено ни одного факта, где бы промежуточным хозяином являлось не другое растение, а насекомое, но возможность таких случаев не исключается и даже

вероятна. Заболевания, в которых такая возможность напрашивается, принадлежат все к типу вирусных болезней, а поэтому установить точно взаимоотношение вируса и насекомого нельзя. Тот факт, однако, что передатчиком является определенный вид насекомого, заставляет предполагать, что взаимоотношения между вирусом и насекомым более глубоки, чем простая механическая связь. Ball (25) указывает, что свекловичная цикадка (*Eutettix tenella*) является единственным передатчиком курчавости листьев сахарной свеклы в С. Америке. Storey (26) установил, равным образом, что насекомое *Balclutha mbila* Naude из сем. *Jassidae* является, повидимому, единственным насекомым, распространяющим полосатую болезнь сахарного тростника. Такие видовые взаимоотношения делают вероятным существование настоящего чередования поколений; эта вероятность возрастает в связи с открытием Smith и Boncquet (27), что должен пройти определенный период времени, пока свекловичная цикадка, поевшая зараженную свеклу, будет в состоянии заразить здоровое растение. Шеститочечная цикадка (*Cicadula sexnotata* Fall.), переносит так называемую желтизну — вирусную болезнь хризантемы (*Callistephus chinensis* Mees); Kunkel (28) считает, что цикадка может заразить здоровые растения только по прошествии определенного инкубационного периода. Этот инкубационный период соответствует, как нашел Ball (29), тому времени, которое потребно для прохождения вируса от пищеварительного канала до слюнных желез.

Очевидно, что в этом случае насекомое играет большую роль, предоставляя болезнетворному организму возможность „перезимовывать“ внутри своего тела. Перенос „вирусного“ организма, возбудителя курчавости листьев, изучили Carsner и Stahl (30). Эта болезнь переносится исключительно свекловичной цикадкой; насекомые, выведенные из яйца (31), не вирулентны и переносят болезнь только после того, как они покормятся на зараженных растениях. Из всего этого авторы вывели заключение, что появление болезни весной объясняется деятельностью насекомых, которые, в свою очередь, заразились еще в предыдущем году, поедая больные сорняки или старую свеклу. Имеет существенное значение, что эта цикадка— единственная из сем. *Jassidae*, зимующая в имагинальной стадии.

Для борьбы с болезнями, передаваемыми растениям через насекомых, применяется или уничтожение пораженного растения, или предупредительные меры против насекомого-передатчика. Для иллюстрации можно привести так называемое „вырождение“ картофеля. Падение урожайности и другие неблагоприятные результаты, благодаря постоянному применению посадочного материала из собственного хозяйства, ранее приписывались слабости растения вследствие непре-

рывного вегетативного размножения. Эта теория теперь почти совершенно оставлена, а ухудшение приписывается некоторым „вирусным" заболеваниям, например, мозаичной болезни, курчавости листьев и проч. Борьба заключается в уничтожении растений с симптомами болезни, а затем, поскольку это практически достижимо, в уничтожении переносчиков болезни, особенно тлей.

Сила инфекции, т. е. быстрота распространения вирусного начала, зависит от количества насекомых-переносчиков и от изменения восприимчивости растения путем введения стойких разновидностей. По крайней мере, первое из этих условий [1]) зависит от климата данной местности.

Рекомендуется получать посевной материал из местностей, где болезнь не имеет широкого распространения. Огородники из южной Англии предпочитают поэтому шотландский материал, фермеры из низменностей Северного Уэльса употребляют материал из более высоких мест. Весьма вероятно, что относительная стерильность картофеля, получаемого из этих мест, объясняется малым количеством тлей и других насекомых переносчиков. [У нас на Мурманской Опытной станции, за полярным кругом, благодаря отсутствию тлей, удается выращивать картофель, не подвергающийся вовсе вырождению. *А. Я.*].

23. Waite, M. B. Proc. Amer. Assoc. Adv. Sci., 1891: 315.
24. Rand, F. V. and Pierce, W. D., Phytopath., **10**, 1920: 189.
25. Ball, E. D., U. S. Dept. Agric., Bur. Entom., Bull. 66, 1909.
26. Storey, H. H., Ann. Appl. Biol., **12**, 1925: 422.
27. Smith, R. E. and Boncquet, A., Phytopath., **5**, 1915: 103.
28. Kunkel, L.O., Рефер. ibid. **16**, 1926: 67.
29. Ball, E. D., ibid, **12**, 1922: 229.
30. Carsner, E. and Stahl, C. F., Journ. Agric. Res., **28**, 1924: 297.
31. Они же, ibid, **14**, 1918: 393.
32. Whitehead, T., Ann. Appl. Biol. **11**, 1924: 31.

Перенос человеком. В доходном хозяйстве основные земледельческие процессы могут быть связаны с переносом и распространением заразы. Зарегистрировано огромное число случаев подобного переноса, не только при помощи земледельческих орудий и материалов, но и в связи с транспортом и торговлей. Весьма показательным примером этого рода является международный обмен растительными продуктами и посадками из питомников. В этом случае, конечно, переносчиком является само растение, но к этому присоединяются иногда и другие факторы, как-то условия транспорта, упаковки и пр.

[1]) Об изменении устойчивости растения при переменах в климатических условиях говорилось выше (стр. 20).

Возможная чистота земледельческих орудий всегда желательна, но значение ее в смысле устранения возможности заноса заразы часто переоценивается. В оранжерейной культуре, особенно во время или после процесса стерилизации почвы, лопаты, вилы и тачки, входящие в соприкосновение с необработанной землей, могут легко служить источником вторичного заражения. Что касается орудий, то Leukel (33) установил, что пшеничная нематода (*Tylenchus tritici*) распространялась при помощи зараженной молотилки среди хозяйств, пользовавшихся этой молотилкой. В садоводстве ножи, служащие для прививки, могут являться опасными переносчиками болезней, особенно бактериальных и вирусных. Lees (34) считает возможным распространение *Reversion-disease*, болезни черной смородины типа вырождения, наблюдавшейся пока только в Англии, именно вследствие применения для подрезки ветвей зараженного ножа.

Особенного внимания заслуживает распространение заразы при торговле больными продуктами. При торговле фруктами следует избегать обмена корзинами, в виду связанного с этим риска заноса заразы из других садоводств или питомников (35). В Великобритании в 1912 году был издан закон „о мучнистой росе американского крыжовника", который предписывал, что всякая упаковка, „содержащая зараженный крыжовник, по опорожнении ее и перед новым наполнением крыжовником или иными плодами, должна быть очищена промывкой или иным подходящим образом собственником ее или лицом, которому поручена перевозка".

Оранжереи могут быть нечаянно заражены рабочим путем перенесения возбудителей на сапогах, одежде или на руках. Bewley (36) считает необходимым запретить людям, занятым в зараженных оранжереях, входить в стерильные отделения раньше, чем они не вымоют рук, а одежда их не будет обезврежена нагреванием или непосредственным действием солнечных лучей.

Удобрения, употребляемые в хозяйствах, также могут являться источником заразы. Bewley не без основания относится подозрительно к соломе (37), употребляемой в качестве удобрения, и приводит пример, когда передача антракноза огурцов (*Colletotrichum oligochaetum* Cav.) произошла именно таким образом. Угрожающее распространение головни пшеницы (*Urocystis tritici* Körn.) в последние годы в Новом Южном Уэльсе Clayton (38) приписывает удобрению, содержащему солому. Так как споры грибка не убиваются при прохождении через кишечник, он предложил заменить в лошадином корме пшеницу овсом. Mc Kay и Pool (39), работая над распространением пятнистости листьев свеклы (*Cercospora beticola* Sacc.), установили, что грибок, повидимому, разрушается при проходе через ки-

шечник. Главная опасность заключалась в несъеденных частичках свеклы, которые примешивались к навозу. Так как болезнетворный организм не переносит действия жары, то упомянутые авторы рекомендуют для безопасности процесс силосования зеленых частей свеклы; установлено, что грибок не в состоянии вынести температуру этого процесса даже в течение двух недель.

Но, конечно, самым опасным переносчиком болезни является само растение, на живых тканях которого развивается вредитель; при помощи сучьев, клубней, плодов и семян паразиты, а вместе с ними и болезни могут быть переданы на большие расстояния. Число случаев, когда в местностях, свободных от болезни, после завоза соответствующего растения вспыхивала эпидемия, очень велико. В главе о „биологических методах борьбы“ мы имели случай указать, почему и на такого рода вспышки приходится смотреть с особенной тревогой.

Современное улучшение условий транспорта имеет, как указал Jensen (40), не одни только положительные стороны. Он связывает появление в Европе около 1840 года гнили картофеля (*Phytophthora infestans*. DB.) с введением быстрого пароходного сообщения в трансатлантической торговле. Этот грибок, уроженец северных Андов, погибает даже от недолгого воздействия температуры, всего на несколько градусов превосходящей нормальную летнюю температуру умеренного климата. Этим обстоятельством объясняется, вероятно, отсутствие картофельной гнили в таких странах, как Юго-Западные Штаты Америки. Во времена, предшествовавшие изобретению пароходов, зараженные клубни стерилизовались действием высокой температуры в течение достаточно долгого парусного плавания в тропиках, как по дороге в Северную Америку, так и в Европу. После введения пароходного сообщения переход экваториальной зоны был не настолько продолжителен, чтобы обеспечить гибель гиф в зараженных клубнях, и грибок был, таким образом, занесен и в Европу и в Северную Америку.

[Насколько трудно уберечься от заноса паразитных болезней на возделываемых растениях, показывает пример картофельного рака (*Synchytrium endobioticum* Perc.), который был известен в начале XX-го века только в Венгрии, Вестфалии и Англии, а теперь распространился по всей Западной Европе, представляя весьма серьезную угрозу для разведения картофеля. К нам грибок еще не завезен и охрана нашей территории от этого опасного паразита путем карантинных мероприятий является делом первостепенной важности. *А. Я.*].

Неограниченный завоз растительных материалов должен быть признан несомненно небезопасным и единственным действительным

средством ограничения ввоза зараженных растений является запретительное законодательство. Закон должен запретить ввоз из зараженной местности растений или частей растений, могущих быть переносчиками определенной заразы. В Египте, например, законом 1911 года, вовсе запрещен ввоз хлопчатника и семян, как в головках, так и очищенных, а равно и хлопковой ваты.

В некоторых случаях можно рекомендовать осмотр всех или части растений с применением, иногда, фумигации или карантина или даже уничтожения зараженного материала. Правительственным актом 1917 года запрещается завоз в Британскую Индию каких бы то ни было растений, кроме фруктов, овощей или сахарного тростника, если таковые не будут стерилизованы действием цианистого газа в одном из предназначенных к тому портов. В Соединенных Штатах Америки Федеральным карантинным законом 1912 года предусматривается карантин ввезенных растений и уничтожение всего подозрительного по заразе материала. Департамент Земледелия содержит в главных пограничных портах особую инспекцию, содержание коей вполне окупается, так как она обнаруживает в задержанных материалах все новых и важных вредителей.

В некоторых случаях желательны международные соглашения, чтобы воспрепятствовать обмену вредителями между отдельными странами. В тех случаях, когда граница между двумя странами не морская, является необходимым ограничить ввоз растений только несколькими пунктами, чтобы обеспечить удовлетворительный осмотр всего ввозимого материала. В 1881 году была заключена Международная Филлоксерная Конвенция, которая установила ряд мероприятий по ограничению перевоза лозы из страны в страну; эти меры не позволили заразе выйти за пределы строго ограниченных очагов.

[В 1914 году Римским сельско-хозяйственным Институтом была сделана попытка установления международной фитопатологической конвенции для разработки мер борьбы против болезней и повреждений растений в международном масштабе. Война помешала осуществлению этого проекта, но в 1923 году на Вагенингской Международной Энтомо-Фитопатологической Конференции был учрежден Международный Комитет по Фитопатологии и прикладной Энтомологии, а в 1929 году в Риме вновь разработана и дополнена Конвенция 1914 года,которая, надо надеяться, будет ратифицирована большинством государств, что даст возможность не только объединить и согласовать практические мероприятия в деле борьбы с болезнями и повреждениями растений, но также расширить рамки исследовательских работ. *А. Я.*].

Равным образом, был установлен ряд междуштатных карантинных ограничений в Соединенных Штатах Америки; такие мероприятия были приняты (41) по отношению к семнадцати вредителям растений, распространение которых в настоящее время ограничено определенным центром в нескольких только Штатах.

33. Leukel, R. W., Journ. Agric. Res., **27**, 1924:925.
34. Lees, A. H., Ann. Appl. Biol., **12**, 1925:199.
35. Report on Fruit Marketing in England and Wales, Min. Agric. Econ. Series, **15**, 1927:27.
36. Bewley, W. F., Diseases of Glasshouse Plants, London, 1923: 31.
37. Он же, Cheshunt Expt. and Res. Sta., 7th Ann. Rpt., 1921: 32.
38. Clayton, E. S., Agric. Gaz. N. S. Wales, **36**, 1925: 860.
39. Mc Kay, M. B. and Pool, V. W., Phytopath., **8**, 1918: 119.
40. Jensen, J. L., Mem. Soc. nat. d'Agric. France, **131**, 1887: 31.
41. U. S. Dept. Agric., Year-Book 1926:76.

Сокращенные заглавия журналов.

Вестн. Винодел.	Вестник Виноделия. Одесса.
Журн. Оп. Агр. Ю.В.	Журнал Опытной Агрономии Юго-Востока. Саратов.
Зап. Симф. отд. Рос. общ. сад.	Записки Симферопольского Отдела Российского Общества Садоводства. Симферополь.
Защ. Раст.	Защита растений. Ленинград.
Изв. Г. И. О. А.	Известия Государственного Института Опытной Агрономии. Ленинград.
Изв. Сев. Кав. С. З. Р.	Известия Северо-Кавказской Станции Защиты Растений. Ростов-Дон.
Мат. Мик. Фит.	Материалы по Микологии и Фитопатологии России. Ленинград.
Р. Н. Обл. с. х. оп. ст Бюлл.	Ростово-Нахичеванская Областная сельско-хозяйственная Опытная Станция. Бюллетень. Ростов-Дон.
Тр. Бюро. Мик. Фит.	Труды Бюро по Микологии и Фитопатологии Ученого Комитета Министерства Земледелия. С.-Петербург.
Тр. Научн. Иссл. Лаб. отр. вещ.	Труды Научно-Исследовательской Лаборатории Отравляющих Веществ Народного Комиссариата Земледелия. Москва.
Тр. Бюро Энт.	Труды Бюро Прикладной Энтомологии Ученого Комитета Министерства Земледелия. С.-Петербург.
Тр. Полт. О. С.	Труды Полтавской сельско-хозяйственной опытной станции. Полтава.
Тр. Прикл. Энт.	Труды по прикладной энтомологии. Ленинград.
Abhandl. d. natur. Ges. Zürich.	Abhandlungen der naturforschenden Gessellchaft. Zürich.
Agric. Gaz. N. S. Wales.	The Agricultural Gazette of New South Wales. Sydney.
Agric. Journ. India.	Agricultural Journal of India. Calcutta.
Agric. Journ. S. Africa.	Agricultural Journal of South Africa. Johannesburg.
Amer. Entom.	American Entomologist. St. Louis.
Amer. Journ. Pharm.	American Journal of Pharmacy. Philadelphia.
Ang. Bot.	Angewandte Botanik. Berlin.
Ann. Appl. Biol.	The Annals of Applied Biology. London.
Ann. Bot.	Annals of Botany. Oxford.
Ann. l'École nat. d'Agric. Montpellier.	Annales de l'École nationale d'Agriculture. Montpellier.
Ann. Missouri Bot. Gard.	Annals of the Missouri Botanical Gardens. St. Louis, Mo.
Apoth. Zeit.	Apotheker Zeitung. Berlin.
Arb. biol. Anstalt Land Forstwirtsch.	Arbeiten aus der K. biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin.

Arb. D. Landw. Ges.	Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft. Berlin.
Arch. exp. Path. Pharm.	Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie. Leipzig.
Arch. Pharm.	Archiv der Pharmazie. Berlin.
Arch. Sci. phys. nat.	Archives des Sciences physiques et naturelles. Genève.
Ber. D. chem. Ges.	Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft. Berlin.
Ber. D. bot. Ges.	Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft. Berlin.
Ber. d. D. pharm. Ges.	Berichte der Deutschen pharmazeutischen Gesellschaft. Berlin.
Better Fruit.	Better Fruit. Portland, Oregon.
Bied. Centralb.	Biedermann's Centralbatt für Agriculturchemie. Leipzig.
Biochem. Zeitschr.	Biochemische Zeitschrift. Berlin.
Bot. Gaz.	The Botanical Gazette. Chicago.
Brit. Assoc. Adv. Sci	British Association for the Advancement of Science.
Bull. Entom. Res.	Bulletin of Entomological Research. London.
Bull. Imper. Inst.	Bulletin of the Imperial Institute of the United. Kigdom, Colonies and India. London.
Bull. Soc. chim.	Bulletin de la Société chimique de France. Paris.
Bull. Soc. nat. d'Agric. France.	Bulletin des Séances de la Société nationale d'Agriculture de France. Paris.
Bull. Soc. Path. exot.	Bulletin de la Société de Pathologie exotique. Paris.
Canadian Entom.	The Canadian Entomologist. London, Ontario.
Centralb. f. Bakt.	Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. Jena.
Chem. Centralb.	Chemisches Centralblatt. Berlin.
Chem. Zeit.	Chemische Zeitung.
Compt. rend.	Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Academie des Sciences. Paris.
Deutsche landw. Presse.	Deutsche landwirtschaftliche Presse. Berlin.
Entom. Soc. Ontario.	Entomological Society of Ontario.
Expt. Sta. Rec.	Experiment Station Record, U. S. Department of Agriculture.
Flora.	Flora. Regensburg.
Fortschr. d. Landw.	Fortschritte der Landwirschaft. Berlin.
Fühlings landw. Ztg.	Fühlings landwirtschaftliche Zeitung. Stuttgart.
Gard. Chron.	The Gardeners Chronicle. London.
Helv. Chim. Acta.	Helvetica Chimica Acta. Bâle et Genéve.
Hilgardia.	A Journal of Agricultural Science published by the California Agricultural Experiment Station. Berkeley, Calif.
Ind. Eng. Chem.	Industrial and Engineering Chemistry. Easton, Pa.
Intern. Inst. Agric., Bull. Agric. Intel. and Plant Diseases.	International Institute of Agriculture, Monthly Bulletin of Agricultural Intelligence and Plant Diseases. Rome.
Intern. Rev. Sci. and Prac. Agric.	International Review of the Science and Practice of Agriculture. Rome.
Jahrb. f. wiss. Bot.	Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. Leipzig.
Jahresb. Ver. angew. Bot.	Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik. Berlin.
Journ. Agric. Res.	Journal of Agricultural Research. Washington.
Journ. Agric. Sci.	The Journal of Agricultural Science. Cambridge.
Journ. Amer. Chem. Soc.	Journal of the American Chemical Society. Easton, Pa.
Journ. Amer. Med. Assoc.	Journal of the American Medical Association. Chicago.
Journ. B. W. S. Counties Soc.	Journal of the Bath and West and South Counties Society. London.

Journ. Bd. Agric.	The Journal of the Board of Agriculture. London.
Journ. Chem. Soc.	Journal of the Chemical Society. London.
Journ. Chem. Soc. Japan.	Journal of the Chemical Society of Japan. Tokyo.
Journ. d'Agric. prat.	Journal d'Agriculture pratique. Paris.
Journ. Dept. Agric. Victoria.	The Journal of the Department of Agriculture of Victoria. Melbourne.
Journ. Econ. Entom.	Journal of Economic Entomology. Concord, N. H.
Journ. f. Landw.	Journal für Landwirtschaft. Berlin.
Journ. Fores.	Journal of Forestry. Washington.
Journ. Hyg.	Journal of Hygiene. Cambridge.
Journ. I. Archipelago.	Journal of the Indian Archipelago and Eastern Asia. Singapore.
Journ. Min. Agric.	The Journal of the Ministry of Agriculture. London.
Journ. Pharm. Expt. Ther.	Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics. Baltimore.
Journ. Pharm. Soc. Japan.	Journal of the Pharmacological Society of Japan. Yokohama.
Journ. Phys. Chem.	Journal of Physical Chemistry. Ithaca. N. Y.
Journ. Pom. Hort. Sci.	The Journal of Pomology and Horticultural Science. London.
Journ. Roy. Agric. Soc.	Journal of the Royal Agricultural Society of England. London.
Journ. Roy. Hort. Soc.	Journal of the Royal Horticultural Society. London.
Journ. S. E. Agric. Coll.	The Journal of the South-Eastern Agricultural College. Ashford, Kent.
Journ. Soc. Chem. Ind.	Journal of the Society of Chemical Industry. London.
Joern. Straits Branch, Roy. Asiatic Soc.	Journal of the Straits Branch of the Royal Asiatic Society. Singapore.
Journ. Trop. Med. and Hyg.	Journal of Tropical Medicine and Hygiene. London.
K. Akad. Wetensch. Amsterdam.	Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Amsterdam.
K. Landtb. Akad. Handl. och Tidskr.	Kungl. Landtbruks-Akademiens Handlingar och Tidskrift. Stockholm.
Landw. Jahrb.	Landwirtschaftliche Jahrbücher. Berlin.
Landw. Vers. Sta.	Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Berlin.
Long Ashton.	The Agricultural and Horticultural Research Station (The National Fruit and Cider Institute). Long Ashton, Bristol.
Mem. Soc. nat. d'Agric. France.	Mémoires de la Société nationale d'Agriculture de France. Paris.
Min. Agric. and Fish.	Ministry of Agriculture and Fisheries. London.
Mitt. Biol. Reichsanstalt.	Mitteilungen aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Berlin.
Monatsber. K. Akad. Berlin.	Monatsberichte der K. Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Berlin.
Nachr. Pflanzenschutzd.	Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst. Berlin.
Nature.	Nature. London.
Naturw. Zeitschr. Forst. Landwirtsch.	Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft. Stuttgart.
New Zealand Journ. Agric.	The New Zealand Journal of Agriculture. Wellington.
Oesterr. Chem. Ztg.	Oesterreichische Chemiker-Zeitung. Wien.
Pflüger's Archiv.	Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Thiere. Bonn.
Phil. Mag.	Philosophical Magazine. London.
Philippine Agric. Rev.	The Philippine Agricultural Review. Manila.
Philippine Journ. Sci.	The Philippine Journal of Science. Manila.
Phytopath.	Phytopathology. Lancaster, Pa.
Plant World.	Plant World. Baltimore.
Prak. Blätter f. Pflanzenbau Pflanzensch.	Praktische Blätter für Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Stuttgart.
Proc. Amer. Assoc. Adv. Sci.	Proceedings of the American Association for the Advancement of Science. Salem, Mass.

Proc. Entom. Soc. Wash.	Proceedings of the Entomological Society of Washington, D. C.
Proc. Nat. Acad. Sci.	Proceedings of the National Academy of Science. Washington.
Proc. Roy. Soc.	Proceedings of the Royal Society. London.
Proc. Soc. Exp. Biol. Med.	Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine. New York.
Progrès agric. et vitic.	Le Progrès agricole et viticole. Montpellier.
Queensland Agric. Journ.	Queensland Agricultural Journal. Brisbane.
S. African. Journ Sci.	The South African Journal of Science. Cape Town.
Sci. Agric.	Scientific Agriculture. Ontario.
Sveriges Utsädesf. Tidskr.	Sveriges Utsädesförenings Tidskrift. Svalöf.
Tidsskr. Planteavl.	Tidsskrift for Landbrugets Planteavl. Köbenhavn.
Trans. Brit. Mycol. Soc.	Transactions of the British Mycological Society. Worcester.
Trans. Hort. Soc. London.	Transactions of the Horticultural Society of London. London.
Trop. Agric.	Tropical Agriculture. Trinidad, British West Indies.
Rev. Appl. Entom.	The Review of Applied Entomology. London.
Rev. Appl. Mycol.	The Review of Applied Mycology. London
Welsh Journ. Agric.	The Welsh Journal of Agriculture. Cardiff.
Zeitschr. angew. Entom.	Zeitschrift für angewandte Entomologie. Berlin.
Zeitschr. Pflanzenkrankh.	Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. Stuttgart.
Zeitschr. Versuchsw. in Oester. . .	Zeitschrift für den Landwirtschaftichen Versuchswesen in Oesterreich. Wien.

УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

Aamodt, O. S. 33, 44.
Abbott, W. S. 154, 157.
Adams, J. F. 109.
Aderhold, R. 106.
Александровская-Иванова, В. В. 228.
Allman, S. L. 284.
Амелин, И. 228.
Amos, A. 107.
Anderson, A. W. 192.
Andrews, E. A. 188.
— W. H. 128.
Annett, H. E. 186.
Appel, O. 33, 125, 235.
Архангельский, Н. Н. 204.
Armitage, H. M. 284.
Armstrong, E. F. 37, 44.
— H. E. 37.
— S. F. 45.
Arrhenius, O. 33.
Arthur, J. C. 227.
Aslander, A. 192.
Atsumi, K. 157.
Atwood, W. M. 227.
Audoynaud, A, 114.
Auld, J. M. 83.
Avery, S. 128.

Bachmann, F. M. 33.
Back, F. A. 204.
Bagenal, N. B. 86.
Bailey, M. A. 188.
Bain, S. M. 102.
Ball, E. D. 180, 330.
Barker, B. T. P. 75, 78, 102, 107, 125, 164.
Barnard, W. S. 158.
Barth, M. 102.
Bartlett, J. M. 192.
Bassett, H. 116.
Baunacke, W. 306.
Beach, S. A. 83.
Beans, H. T. 128.
Beattie, W. R. 184.
Bedford, D. 62, 97, 102, 113, 115, 162, 163, 165, 177, 192.
Béguet, M. 293.
Bell, J. M. 94.
— W. B. 184.
Bellot des Minières, H. 116.
Belyea, H. C. 306.
Berger E. W. 63.
Bergmann, C. H. 75.
Berkeley, M. J. 13.
Berlese, A. 284.
Bewley, W. F. 45, 51, 52, 116, 237, 246, 327, 334.
Biffen, R. H. 17.
Blackmann, V. H. 26.
Blakeslee, E. B. 243.
Blin, H. 178.
Böch, F. 199.
Bodenheimer, F. S. 287.
Bolley H. L. 192, 216, 229.
Boncquet, F. A. 284, 330.
Бондарцев, А. С. 197.
Bonnet, L. O. 21.
Bonns, W. W. 106.
Börner, C. 20, 37, 240, 264.
Bourcart, E. 284.
Bourne, A. I. 139.
Boyd, O. C. 120.
Boyle, L. W. 222.
Braun, H. 227.
Bredermann, C. 143.
Brenchley, W. E. 44, 192.
Brierley, W. B. 33, 254.
Briggs, F. N. 222, 224.
Brittain, W. H. 109.
Brooks, F. E. 184.
— F. T. 188, 318.
Brown, A. J. 219.
Buddin, W. 243, 327

Burdette, R. C. 160.
Burger, O. F. 290.
Burgess, A. F. 284.
Burke, E. 139.
Burkhardt, F. 315.
Burroughs, A. M. 163, 165.
Butler, E. J. 21, 45, 56, 326.
— O. 97, 106, 115, 117.
Byars, L. P. 247.

Cadoret, A. 106.
Campbell, F. L. 136, 140, 144, 247, 265.
— J. A. 157.
— R. E. 246.
Capus, J. 110.
Carsner, E. 380.
Cassidy, T. P. 132.
Castana, S. 120.
Cates, H. R. 192.
Chamberlin, J. C. 162, 199.
Chapman J. W. 206, 295.
Chesnut, V. K. 303.
Chester, F. D. 114, 115.
Chevalier, J. 154.
Хитрово. Н. 315.
Холодковский, Н. А. 188.
Chopra, R. L. 284.
Chrystal, R. N. 257.
Chuard, E. 107.
Clark, G. L. 271.
— J. F. 102, 108.
Clayton, E. E. 200.
— E. S. 334.
Clinton, C. P. 107.
Coad, B. R. 79, 132.
Cobb, N. A. 184.
Colley, R. A. 133.
Colloch, J. W. 37.
Comes, O. 32, 44.
Cook, F. C. 128, 204, 265.
— M. T. 33.
— W. C. 303.
Cooke, W. W. 75.
Cooley, J. S. 106.
Coons, G. H. 33.
Cooper, E. A. 271.
— W. F. 67, 169.
Coquillett, D. W. 194, 198
Cotton, — . 204.
Cousins, H. H. 160.
Crandall, C. S. 109.
Criddle, N. 310.
Crossman, S. S. 283.
Crowther, E. M. 254.
Crumb, S. E. 303.
Crump, L. M. 251.
Cunningham, G. H. 20, 184.
Cutler, D. W. 251.

Dantony, E. 67, 110, 113, 126.
Danysz, J. 294.
Darbishire, F. V. 237.
Darnell Smith, G. P. 222.
Давид, К. 227.
Давидов, П. Н. 226, 227, 233.
Davidson, J. 300.
Davies D. W. 221.
Davis, E. C. H. 271.
— E. W. 51, 222.
Dawson, H. M. 114.
Dayere, L. 201.
de Bary, A. 12, 25, 325.
Debus, H. 78.
de Cástella, F. 80.
Degrully, L. 125.
Декенбах, К. Н. 90.
Delassus, —, 318.
Del Guercio, G. 169.
Demarteau, J. 83.
Дементьев, А. 188.
Демидова, З. 233.
Denaro, A. 155.
de Ong, E. R. 145, 162, 163, 165, 199, 200, 247.
Dewitz, J. 310.
Deyl, J. 232.
d'Hérelle, F. H. 293.
Dickson, J. G. 204. 231.
Dillon Weston, W. A. 169.
Доброзракова, Т. Л. 113.
Dodd, A. P. 286.
Doolittle, S. R. 321.
Doran, W. L. 78.
Дорогин, Г. Н. 125.
Dowson, W. J. 52, 54.
Drechsler, C. 46.
Dubois, R. 102.
Duchartre, —, 72.
Dudgeon, G. C. 277.
Duggar, B. M. 106.
Dunbar, C. O. 97, 120.
Dungan, G. H. 20.

Dunstan, A. G. 290.
Durrant, R. G. 116.
Dusey, F. 173.
Dutton, W. C. 107.
Dworak, M. 33.
Dyer, A. H. 199.

Edgerton, C. W. 16, 107.
Egert, K. L. 232.
Ehrlich, P. 265.
Emmerich, R. 247.
Engelhardt, H. 227.
Ephraim, F. 115.
Escherich, K. 70.
Esdorn, I. 265.
Essig, E. O. 243.
Ewert, R. 106.
Eyre, J. V. 67, 78, 84, 90.
Eyre Baxter, D. 86.

Falck, R. 171.
Farley, A. J. 75.
Felt, E. P. 52.
Fernald, C. H. 130.
— H. T. 51, 139.
Филипьев, И. Н. 284, 318.
Fink, D. E. 136.
Fisher, D. F. 87.
Fleming, W. E. 197, 240.
Flint W. P. 56.
Foreman, F. W. 78.
Foy, N. R. 213.
Fracker S. B. 70.
Frank, B. 106.
Fraser, W. P. 222.
Frederick, W. J. 52.
Freeman, E. M. 219.
Frew, J. G. H. 44, 53.
Frisch, K. 310.
Fryer, J. C. F. 56, 154, 157.
— P. J. 80.
Fühner, H. 271.
Fujitani, J. 154.
Fulton, B. B. 142.

Galloway, B. T. 186.
Ganassini, D. 199.
Garbowski, L. 125.
Gardner, M. W. 33, 214.
Garrison, G. L. 202, 206.
Gassner, G. 44, 200, 265.
Gastine, G. 115.
Gattefossé, J. 154.
— R. M. 154.
Gayon, U. 94, 96, 98.
Gegenbauer, V. 227.
Geppert, A. 199.
Gerlach, —, 251.
Geuther, T. 216, 222.
Gifford, C. M. 244.
Gilbert, W. W. 20, 52, 146. 160, 184, 284, 321.
Gillespie, L. J. 254.
Gillette, C. P. 132.
Gilligan, G. M. 97. 120.
Gilman, J. C. 227.
Gimingham, C. T. 75, 102, 142, 147, 157, 170, 171, 271.
Girard, A. 237.
Glaser, R. W. 295.
Gleisburg, W. 313.
Glynne, M. D. 254.
Godfrey, G. H. 52.
Головянко, З. С. 243.
Goodwin, W. 75, 83, 84, 86, 87, 97, 125, 169, 184.
Gough, L. H. 132, 234, 293.
Graf, J. E. 184.
Graham, J. J. T. 130.
— S. A. 149, 162, 306.
Granovsky A. A. 71.
Graves, A. H. 25.
Gray, G. P. 163.
Green, E. L. 160.
Greig Smith, R. 251.
Grether, —, 240.
Griffin, E. L. 160, 165.
Griffiths, M. A. 231.
Grison, —, 80.
Grossman, S. S. 284.
Grubb, N. H. 33.
Gvozdenović, F. 125.

Hadley, C. H. 186.
Hailer, E. 227.
Halstead, B. D. 254.
Hanriot, M. 157.
Harden, A. 33.
Hardy, F. 303.
— W. 271.
Hargreaves, E. 144.

Harkins, W. D. 271.
Harris, J. E. 83.
Hart, S. J. 326.
Hartmann, H. 184.
Harvey, R. B. 287.
Haseman, J. 37.
Hasper, E. 52.
Hawley, I. M. 180.
Headlee, T. J. 150.
Heald, F. D. 86, 107, 222.
Heberlein, C. 113.
Hecke, L. 219.
Heinze, B. 251.
Hemstreet, C. 33.
Henderson, L. F. 175.
Hendrick, J. B. 20.
— U. P. 109.
Hengl, F. 128.
Hennig, E. 214.
Herzberg, P. 219.
Herzog, W. 202.
Hewitt, C. G. 310.
Hiltner, L. 229, 243, 251, 306.
Höber, R. 271.
Hodson, W. E. 284.
Holland, E. B. 97, 120, 128.
Holloway, T. E 265.
Hollrung, M. 143, 216.
Hood, C. E. 62.
Hooker, H. D. 120.
— J. D. 157.
Horton, E. 37, 84, 125.
Houser, J. L. 170.
Howard, A. 46.
— L. O. 197, 284.
Howitt, J. E. 219.
Howlett, F. M. 303.
Hoyt, L. F. 149.
Hunt, N. R. 238, 244.
Hurd, A. M. 33, 219, 227.
Hurst, C. R. 25.
— L. A. 254.
Hus, P. 313.
Husain, M. A. 303, 310.
Hutchinson, H. B. 247, 251.
Hutton, L. D. 325.
Huxley, J. S. 277.

Imms, A. D. 284, 303, 310, 313.
Исаченко, В. Б. 154, 197, 206.
Ishikawa, T. 157.
Иванова-Александровская, З. 252.
Ивановский, 10.

Jackson, H. S. 325.
Jansen, J. D. 202.
Jarvis, E. 308.
Яцентковский, А. В. 257.
Ячевский, А. А. 12, 84, 170 175 228.
Jenkins, J. R. 308.
Jensen, J. L. 234, 334.
Joachimoglu, G. 134.
Johnson, A. G. 206, 231.
— E. 69.
— F. A. 144.
— J. 52.
— J. C. 227.
— J. M. 199.
— J. P. 240.
— S. W. 116.
— W. G. 197.
Jones, F. R. 46.
— H. L. 169.
— L. R. 52.

Kar, S. C. 186.
Kariyone, T. 157.
Kastle, J. H. 199.
Kelhofer, W. 102, 110, 116.
Keller, O. 178.
Kellermann, W. A. 214, 222, 227.
Kelsall, A. 86, 125, 222.
Kempton, F. E. 325.
Kendrick, J. B. 33, 214, 227
Kennan, U. S. 154.
Kent, W. G. 149.
Kenzie, A. 33.
Kiessling, L. 227.
Kilgore, B. W. 132.
King, W. V. 70.
Kirkpatrick, T. W. 32, 277, 284.
Klotz, L. J. 33.
Knight, H. 162, 199.
— T. A. 18.
Koch, A. 252.
Koebele, A. 171.
König, J. 128.
Копачевский, В. 313
Kopaczewski, W. 315.
Кораб, И. 306.
Korf, — 142.

Kornauth, K. 124.
Коротких, Г. 69, 186.
Korsmo, E. 12, 192.
Kraus, R. 293.
Кравков, И. 137.
Кренке, Н. П. 31, 37.
Krüger, F. 106.
Kühn, J. 26.
Кулагин, Н. М. 142.
Kunckel, L. O. 330.

Langmuir, I. 271.
Larrimer, W. H. 56.
Larson, A. O. 204.
Lathrop, F. H. 300.
Laurent, E. 44, 243.
Leach, B. R. 197, 240.
— J. G. 33.
Leak, W. N. 171.
Le Baron, W. 128, 316.
Лебедев, А. П. 67, 69.
Лебедева, Л. А. 283.
Лебедянцев, А. 237.
Lederle, P. 128.
Lees, A. H. 117, 125, 166, 169, 175, 177, 184, 334.
Lefroy, H. M. 144, 317, 318.
Leighty, C. E. 20.
Leiningen, W. 247.
Le Pelley, R. H. 169.
Лещенко, П. 125.
Leukel, R. W. 214, 222, 231, 257, 334.
Liebig, J. 44.
Lind, J. 235, 325.
Lindegren, C. C. 33.
Линдеман, И. 283.
Lindsfors, T. 232.
Little, W. C. 44.
Lloyd, L. 197, 208, 315.
Lodeman, E. G. 143, 154, 160, 171, 204.
Loevenhart, A. S. 199.
Loew, O. 247.
Löffler, 291.
Lounsbury, F. H. 293.
Lovett, A. L. 136, 140.
Луговой, М. 188.
Luther, E. E. 133.
Lutman. B. F. 106.
Lutz, F. E. 301, 309.
Lyon, S. C. 303.

Maarschalk, H. 125.
Macbeth, A. K. 143.
Mac Dougall, R. S. 306.
Mach, F. 128.
Mackie, W. W. 222.
Mains, E. B. 325.
Mallman, W. L. 33.
Mally, C. W. 197.
Малышева, А. И. 206.
Mamelle, T. 247.
Marcille, R. 78.
Marcovitch, S. 142, 300.
Marès, H. 78.
Markham, 126.
Marlatt, C. L. 284.
Marryat, D. C. E. 32.
Marshall, R. P. 238, 244.
Martin, H. 83, 84, 87, 125, 132. 184.
— W. H. 52, 106, 180.
Massee, A. M. 169.
— G. 25.
Masson, E. 113.
Massute, F. 155.
Matthews. A. 242, 251.
McAlpine, D. 227.
McAtee, W. L. 184, 277.
McColloch, J. W. 56, 70.
McDonnell, C. C. 130, 146, 149, 154.
McKay, M. B. 26, 334.
McKenzie, A. 34.
McKillop, A. T. 293.
McKinney, H. H. 56.
McIndoo, N. E. 128, 147, 155, 157, 178, 265, 303.
McWhorter, F. P. 125.
Melander, A. L. 160.
Melhus, I. E. 227.
Mellor, J. W. 95.
Mendes, C. 284.
Mercier, F. 154.
Мережковский, С. С. 291, 292, 294.
Метальников, С. 292.
Мечников, И. 286.
Meyen, F. J. F. 12.
Meyer, H. 271.
Мейер, Н. Ф. 284.
Михайлов-Сенкевич, Я. М. 70.
Milbrath, D. G. 80.
Millard, W. A. 254, 291.
Millardet, A. 57, 94, 96, 98, 99, 186.

Miller, D. 247.
— F. A. 37.
— I. M. 277.
Mills, J. E. 142.
Miyoshi, M. 25.
Мокржецкий, С. А. 170, 188
Molinas, E. 240.
Moll, F. 194.
Molz, E. 33, 38, 46, 169, 227, 243, 306.
Mond, R. L. 113.
Monteith, J. 52.
Moore, W. 67, 144. 149, 162, 188, 200, 269.
— W. C. 318.
Мордвилко, А. 324, 325.
Morettini, A. 221. 222.
Morris, H. E. 139.
— H. M. 157, 263, 271.
Morse, F. W. 199.
— W. J. 125.
Muesebeck, C. F. W. 284.
Müller, A. 188.
— F. 231.
— H. 46, 306.
— H. C. 227.

Nagel, W. 197. 199.
Nattrass, R. M. 125.
Nealon, E. J. 149.
Nebel, B. 306.
Neger, F. W. 25.
Neifert, I. E. 202. 204, 206.
Neillie, C. R. 70.
Nelson, C. I. 33.
Ненюков, Д. В. 136.
Несмеянов, А. 228.
Neuweiler, E. 110, 120, 125.
Newton, H. C. F. 180, 308.
Nobbe, F. 219, 244, 252.
Норейко, Е. С. 295.
Nostitz, A, von. 243.
Noteriani, 284.
Nuttall, W. H. 67, 170, 171.

Oberlin, C. 237.
O'Donnell, F. G. 238, 244.
O'Kane, W. C. 136, 186, 240.
Olive, E. W. 186. 192.
Oliveri, V. 155.
Олсуфьев, Н. Г. 291, 300.
O'Meara, P. 139.
Ormerod, E. A. 155.
Orton, W. A. 17.
Osgood, W. A. 186.
Oshima, M. 37.
Overton, E. 271.
Oxley, 158.

Петров, А. Д. 154, 206, 240.
Page, H. J. 251.
Pailliot, A. 295.
Paine, S. G. 44.
Pantanelli, 175.
Parker, J. R. 46, 63.
— W. B. 155.
Парфентьев, И. А. 69, 136, 137, 252.
Parrott, P. J. 83.
Pasteur, L. 33.
Patten, A. J. 139.
Patkaniane, A. 125.
Patrigeon, G. 115, 117.
Peltier, G. L. 52.
Pemberton, C. E. 37.
Perkins, R. C. L. 277, 286.
Perraud, J. 310.
Perret, M. 116.
Perrot, E. 154.
Petch, T. 290.
Petherbridge, F. R. 56, 149, 169, 242, 244, 252, 253.
Pethybridge, G. H. 20.
Picard, F. 306.
Pickard, G. 247.
Pickering, S. U. 62, 94, 95, 97, 102, 106, 110, 113, 115, 118, 130, 160, 162, 163, 165, 177, 191, 252.
Pictet. A. 146.
Pierce, N. B. 175.
— W. D. 52, 330.
Plantefol, L. 271.
Pool, V. W. 25, 334.
Popenoe, C. H. 171.
Попов, М. 58.
Porchet, F. 107.
Porte, W. S. 321.
Порчинский, И. А. 320.
Поспелов, В. П. 206, 293, 295.
Post, S. B. 70.
Potter, M. C. 33.
Power, F. B. 303.
Pratt, B. G. 160.
Предтеченский, С. А. 300.
Prell, H. 37.

Prescott, J. A. 238.
Prévost, B. 102, 216.
Priess, H. 157.
Prillieux, E. 117.
Принц, Я. И. 68, 241, 243, 248.
Pritchard, F. J. 321.
Prowazek, S. 295.
Пухов, Б. А. 69.
Пушкарев, Н. И. 214.

Quaintance, A. L. 162.
Quanjer, H. M. 217, 287.
Quayle, H. J. 175, 197, 199, 200.

Rabaté, E. 192.
Рахманинов, А. Н. 56.
Ramsay, A. A. 75, 116, 222.
Rand, F. V. 330.
Ratzeburg, H. Th. C. 284.
Read, W. J. 293.
Reckendorfer, P. 128.
Reed, G. M. 56.
— J. C. 128.
Рейхардт, А. Н. 206.
Reimer, F. C. 20.
Remer, W. 44.
Rensch, B., 306.
Rhoads, A. S. 46.
Ricaud, J. 97.
Richardson, C. H. 147, 160, 303.
Richmond, E. A. 303.
Richter, L. 244, 250, 252.
Rideal, E. K. 269, 271.
— S. 209.
Riehm, E. 219, 231, 232, 234, 265.
Ripley, L. B. 142.
Rivière, G. 247.
Roach, W. A. 33, 157, 254.
Roarth, R. C. 178.
Roberjot, Abbé. 309.
Robertson, J. 62, 71, 73.
Robinson, R. H. 63, 67, 130, 132, 136, 143, 184.
Rodier, W. 275.
Rotschy, A. 146.
Rudolfs, W. 150.
Ruggles, A. G. 188.
Ruhland, W. 102.
Rule, A. 83.
Rumm, C. 101, 106.
Rupprecht, G. 75.
Русаков, Л. Ф. 54. 79, 326.
Russell, E. J. 12, 44, 237, 240, 243, 244, 247, 252, 253.
Ruzicka, L. 154.

Сахаров, Н. Л. 38, 56, 293.
Sachs, L. 25.
Sajó, K. 169.
Сальдау, П. Я. 206.
Salmon, E. S. 17, 33, 37, 41, 67, 78, 84, 86, 87, 97, 109, 125, 219, 258, 260, 321.
— S. C. 38.
Sampson, K. 222.
Самуцевич, М. 326.
Sanders, G. E. 86, 109, 134.
Sanderson, E. D. 52.
Sanford, F. 188, 254.
Sardina, J. R. 34.
Saunders, C. B. 214.
Savage, W. G. 294.
Schaffnit, E. 22, 33, 44, 45.
Schander, R. 102.
Scherer, C. M. 188.
Шерышорин, С. И. 206.
Шевырев, И. Я. 188.
Schlaepfer, A. U. 160.
Schmidt, E. W. 102.
Шмидт, Б. Н. 206.
Schoefer, 325.
Schoeler, Om. 324.
Schoeller, W. 231.
Schoene, W. J. 133.
Schrauth, W. 231.
Шрейнер, Я. Ф. 308.
Schulthuss, H. H. 216.
Schultz, G. 192.
Schulze, C. 252.
Schuster, J. 33.
Schut, W. 202.
Schwaebel, —. 244.
Schwarz, E. O. 231, 315.
Scott, W, M. 175.
Семенов, К. М. 136, 137, 154, 315.
Семикоз, Ф. Ф. 206.
Severin, H. H. P. 56.
Shafer, G. D. 142, 162, 175, 199.
Shattuck, C. H. 188.
Shaw, H. B. 257.
Shelford, V. E. 52.
Шиперович, В. Я. 257.
Шитикова, А. А. 326.

Shive, J. W. 106.
Шорин, К. 292.
Щеголев, В. И. 56, 70.
Sicard, L. 95.
Sieburg, E. 143.
Siegler, E. H. 171, 311.
Sievers, A. F. 155, 157, 178.
Сигрианская, Н. Д. 228.
Sillevoldt, H. E. Th. van. 157.
Simmonds, P. M. 222.
Sinclair, J. 235.
Sirrine, F. A. 83.
Smith, C. M. 139.
— C. R. 147.
— G. E. 130.
— H. S. 284.
— L. E. 169.
— R. C. 52.
— R. E. 150, 330.
— T. O. 117.
Smits van Burgst. C. A. L. 284.
Smulyan, M. T. 313.
Speare, A. T. 290.
Spencer, G. J. 206.
Speyer, E. R. 208.
Spinks, G. T. 44.
Splendore, A. 294.
Spring, W. 83.
Spuler, A. 160.
Staehelin, M. 202.
Stahl, C. F. 330.
Stakman, E. C. 33, 44, 219.
Staniland, L. N. 38 171.
Starkey, R. L. 251.
Staudinger, H. 154.
Stellwaag, F. 20.
Stenton, R. 154, 157.
Степанов, В. Ф. 206.
Stone, R. E. 219.
Storey, G. 235.
— H. H. 330.
Störmer, K. 251.
Strand, A. 206.
Streeter, L. R. 75, 130, 150.
Стрелин, С. А. 80, 125.
Stützer, A. 231.
Swain, A. F. 289.
Swezey, O. H. 285.
Swingle, D. B. 139.
— W. T. 101, 103, 315, 225, 227.
Свириденко, П. А. 70, 186
Taber, W. C. 94.
Takei, S. 157.
Tapke, V. F. 235.
Тареева, А. И. 136.
Tartar, H. V. 130, 175.
Tattersfield, F. 142, 147, 157, 170, 171, 265, 271.
Taubenhouse, J. J. 33.
Taylor, C. B. 254, 291.
— J. W. 222, 231.
— T. H. 192, 306.
Teichmann, E. 199.
Thaeter, C. K. 143.
Thatcher, R. W. 130, 150.
Theobald, F. V. 175, 177, 257, 310, 313, 318, 325.
Thiem, H. 240.
Thomas, J. S. 83.
Thorne, G. 257, 327.
Thornton, H. G. 44.
Thrupp, T. C. 321.
Tillyard, R. J. 284, 286.
Tims, E. C. 33.
Tischler, G. 33.
Tisdale, W. H. 33, 222, 231.
Trappman, W. 200.
Traube, I. 271.
Траут, И. И. 137, 204, 315.
Treherne, R. C. 37.
Троицкая, Н. Н. 20, 38, 46, 241.
Truchot, C. 80.
Чигарев, С. 240.
Tubeuf, C. 17.
Tucker, 72.
Tull, J. 216.
Turner, W. B. 310.

Uphof, J. C. T. 290.
Uppal, B. N. 271.
Уваров, Б. П. 12, 70.

Valleau, W. D. 25.
Van der Meulen, P. A. 140.
Van Everdingen, E. 52.
Van Leeuwen, E. R. 140.
Van Poeteren, N. 277.
Van Slyke, L. L. 128.
Vayssière, P. 194.
Vermorel, V. 63, 67, 110, 125.
Verschaffelt, E. 37.
Villedieu, G. 110.

Voegtlin, C. 199.
Vogt, E. 75, 78, 229, 240.
Volck, W. H. 86, 132, 163.
Volk, A. 44.

Wagenaar, M. 202.
Waite, M. B. 20, 52, 87, 125, 146, 160, 184, 231, 284, 521, 325, 330.
Waksman, S. A. 251.
Walker, H. W. 142.
— J. C. 33, 52.
— M. N. 320.
Wallace, E. 86.
— T. 75.
Walldén, J. N. 219.
Walton W. R. 70.
Warburg, O. 199.
Ware, W. M. 34, 86, 125.
Васильев, И. В. 257, 290.
Watson, J. R. 290.
Вавилов, Н. И. 22, 44.
Webb, R. W. 20.
Weed, C. M. 184.
Weigel, C. A. 197, 200.
Weinmann, J. 117.
Wells, H. M. 107.
White, E. C. 231.
Whitehead, C. 155.
— T. 330.
Wilkins, V. E. 78.
Willaman, J. J. 25, 200.
Wille, F. 32.
Williams, L. L. 70.
Wilson, H. F. 136.
Wiltshire, S. P. 75, 77.
Windisch, K. 75.
Winston, J. R. 166.
Wöber, A. 94, 120, 125.
Wolgum, R. S. 194, 197, 199, 200.
Woodfin, J. C. 125.
Woodman, R. M. 67, 140, 160.
Woods, C. D. 192.
Wormald, H. 34, 117, 219, 222.
— L. K. 84, 90, 117.
Воронин, М. С. 10.
Wüthrich, E. 125.
Вышелесская Н. С. 136

Yamamoto, R. 154.
Yothers, W. W. 166.
Young, H. C. 75, 78.
— H. D. 146.
— H. H. 231.

Zimmer, J. T. 284.
Zimmermann, A. 33.
Знаменский, А. В. 56.
Zucker, A. 106.
Zundel, G. L. 222.
Zweigelt, T. 20, 57

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ИНОСТРАННЫХ НАЗВАНИЙ

Acacia latifolia, 278.
Acarina, 172.
Acridotheres tristis, 275.
Actinomyces scabies 31, 51, 224, 253, 290.
Adia genitalis, 35.
Agrostemma githago, 189.
Ailanthus, 273.
Alienicolae, 298.
Allium, 189.
Anacyclus pyrethrum, 150.
Anastatus bifasciatus, 280.
Anisoplia austriaca, 287, 291.
Anisopteryx aescularia, 311.
Anobium striatum, 196, 206.
Anopheles, 323.
Anthonomus grandis, 47, 131, 141, 300.
Apanteles melanoscelus, 279.
Aphanomyces euteiches, 45.
Aphelinus mali, 281.
Aphis pomi, 299, rumicis, 147, 156, 165, 170, 260, 268, 297, 324; sorbi 299.
Aphthona euphorbiae, 53.
Aphycus lounsburyi, 283.
Aporia crataegi, 376.
Ardea ibis, 277.
Argyresthia conjugella, 320.
Aspergillus niger, 268.
Aspidiotus aurantii, 161 perniciosus, 36, 80, 161, 173.

Bacillus agrotidis—typhoides, 292, amylovorus 18, 328, enteritis 293, lathyri 41, non-liquefaciens 292, salutaris 291, subtilis 292, typhi-murium 293.
Bacterium exitiosum, 88, malvacearum, 233, salutaris thuringiensis 292, tumefaciens 30, viridifaciens 213.
Balclutha mbila, 329.
Boophilus, 324.
Bothynoderes punctiventris, 289.
Botrytis cinerea, 76, tenella 290.
Brassica sinapis, 189.
Bromus commutatus, 320, 321, hordeaceus 320, 321, racemosus 320, 321.
Bruchus pisi, 213.
Bryobia, 172.

Calandra granaria, 203, oryzae 204.
Caliptamus italicus, 289.
Callistephus chinensis, 329.
Calonectria graminicola, 228.
Calosoma sycophanta, 279.
Capitophorus hippophaes, 229.
Capsella bursa-pastoris, 320.
Capsidae, 181.
Carabidae, 279.
Carpocapsa pomonella, 124, 127, 276, 282, 310, 317.
Ceratitis capitata, 36, 280, 282.
Cercospora beticola, 22, 331.
Chalcididae, 279.
Cheimatobia brumata, 309.
Chlamydozoa, 293.
Chlorops taeniopus, 42, 53, 55.
Chortophila brassicae, 312.
Chromaphis juglandicola, 287.
Chrosperma muscaetoxicum, 178.
Chrysanthemum, 150.
Chrysomphalus aurantii 198.
Cicadula sexnotata, 329.
Citrullus vulgaris, 17.
Cladosporium carpophilum, 48, citri 48, fulvum 52.
Clitocybe tabescens, 45.
Clysia ambiguella, 307.
Coccobacillus acridiorum, 291.
Coccophagus scutellaris, 281.
Coccinellidae, 277.
Colletotrichum circinaus, 28, falcatum 45, lindemuthianum 212, oligochaetum, 331.
Compsilura concinnata, 280.

Coniothyrium weinsdorfiae, 23.
Contraria nasturtii, 304.
Cordyceps clavulata, 289.
Corticium solani, 224, vagum 224.
Cryptolaemus montrouzieri, 285.
Cryptorhynchus lapathi, 303.
Cuscuta, 7, trifolii 212.
Cydia pomonella, 182, 275.

Dactylopius indicus, 285, tomentosus, 285.
Dacus diversus, 301, oleae 317, zonatus 301.
Daphne gnidium, 304.
Debaryomyces tyrocola, 294.
Delphinium consolida, 178, staphysagria 177.
Dendrolimus sibiricus, 69.
Derris elliptica, 156, uliginosa, 155.
Diachasma fullawayi, 280, tryoni 280.
Dibrachys boucheanus, 281, clisiocampae 281.
Digonochaeta setipennis, 281.
Diplosis pyrivora, 317.

Echium, 286.
Elateridae, 236.
Embiomyia calosomae, 280.
Empoasca mali, 180.
Empusa grylli, 288.
Entomophthora anisopliae, aphidis, 289, chromaphidis 287, fumosa 287, sphaerosperma, 288.
Ephestia elutella, 36, kühniella, 205.
Eriocampoides limacina, 281.
Eriophyes ribis, 37, 167.
Eriophyidae, 171.
Eriosoma lanigerum 35, 36, 116, 123.
Erysiphe cichoracearum, 78, graminis 25, 75, 286, 320.
Erysipheaceae, 72, 89, 320.
Euphorbia cyparissias, 27.
Euproctis chrysorrhoea,см. Nygmia.
Eurygaster integriceps, 255.
Eutettix tenella, 53, 329.
Euxoa auxiliaris, 308.
Evonymus europaeus, 298, 324.
Exoascus deformans, 175.
Exobasidium vexans, 184.

Fasciola hepatica, 324.
Feltia segetum, 292.
Forficula auricularia, 140, 281.
Fundatrices, 298.
Fundatrigeniae, 298.
Fungi, 7.
Fusarium conglutinaus, 29, 51, lini, 30, 237, nivale, 22, 25, 32, 297.

Galerucella luteola, 49, 51.
Galleria melonella, 281.
Gelechia gossypiella, см. Pectinophora.
Geometridae, 311.
Gleditschia, 273.
Glossina, 324.
Glyphipteryx fischeriella, 282.
Gomphocerus sibiricus, 289.
Guignardia bidwellii, 23, 27.
Gymnosporangium juniperi - virginianae 323, sabinae 291, tremelloides 323.

Halticinae, 179.
Helleborus factidus, 144, niger 143, 144, viridis 144.
Helminthosporium sativum 53, gramineum 211, 230.
Helopeltis theivora, 187, 326.
Hemileia vastatrix, 48.
Heterodera radicicola, 51, 237, 327, schachtii 256, 305.
Hippodamia convergens, 198.
Homoeosoma nebulella, 36.
Hordeum, 35, 212.
Hybernia defoliaria, 311.
Hylemyia brassicae, 312.
Hypericum, 286.
Hyphantria cunea, 134.
Hypochnus см. Corticium.
Hyppodamia convergens, 198.

Jaequinia, 178.
Jassidae, 329,
Icerya purchasi 187, 194, 278.
Ichneumonidae, 277.
Illinoia pisi, 50.
Isaria lecanicola, 289.
Juniperus communis, 323, virginiana, 323.

Kallosysphinga ulmi, 255.

Laemophloeus sp., 203.
Lautana camara, 275, 285.

Laspeyresia pomonella, 48.
Lecanium corni, 289, hesperidum, 281.
Lepidosaphes ulmi, 161, 166.
Leptinotarsa decemlineata, 126, 301.
Leptosphaeria herpotrichoides, 192.
Lepus americanus, 276.
Leucaena glauca, 326.
Limacidae, 192.
Limnea truncatula, 324.
Locusta migratoria, 284, 292, 299.
Lonchocarpus 156.
Lotus corniculatus, 37.
Lycopersicum esculentum, 177.

Malacosoma americana, 133 144 pluvialis, 133.
Malvaceae, 299.
Mayetiola destructor, 34, 55.
Melampsora lini, 80.
Meloidae, 28, 1.
Merulius lacrymans, 169.
Metaponia rubriceps, 307.
Micodiplosis, 286.
Microsphaera alphitoides, 291.
Micrococcus saccatus, 291.
Microtus agrestis, 274.
migrantes, 298. 299.
Millettia taiwaniana, 156.
Monochamus, 309.
Musca domestica, 160, 303.
Mycetophyta, 7.
Myrmecidae, 283.
Myxochytridineae, 7.
Myxomycetes, 7.

Nectria ditissima, 101.
Nettlehead, 19.
Nygmia phaeorrhaea, 279, 316.

Oidium tuckeri, 71.
Oospora destructor, 287.
Operophthera brumata, 311.
Ophiobelus graminis, 192.
Opius humilis, 280.
Opuntia inermis, 285, monacantha, 285.
Ornithogallum 323.
Oscinella frit, 53, 55.

Pectinophora gossypiella, 235.
Pemphigus betae, 46.
Penicillium glaucum, 27, insectivorum, 289.
Peridermium pini, 291.
Perilissus 281.
Phalacrus corruscus, 286.
Pheidole punctulata, 283.
Phorodon humuli, 154, 155.
Phyllactinia suffulta, 286.
Phylloxera vastatrix, 20, 55, 238.
Phytophthora colocasiae, 267, cryptogea, 246, 326 infestans, 22, 41, 50, 112, 120, 235, 332, parasitica, 246, 326.
Phytoptidae, 171.
Picrasma excelsa, 154.
Pieris brassicae, 37, 171, 177, 308, 316 rapae, 144, 316.
Pissodes strobi, 304.
Plasmodiophora brassicae, 7, 253, 256.
Plasmodium, 304.
Plasmopara viticola, 90.
Podosphaera leucotricha, 79.
Polia oleracea, 168.
Polychosis botrana, 304, 308.
Polyphylla fullo, 242.
Popillia japonica, 135, 144, 301.
Porthetria dispar, 69, 128, 279, 295, 312. monacha, 36, 69, 169, 282, 295.
Prodenia litura, 275.
Pseudococcus adonidum, 281, citri, 52, 283, 288, lilacinus, 283.
Pseudomonas citri, 49, 319.
Pseudoperonospora humuli, 120.
Psila rosae, 56.
Psylla mali, 288.
Pteronus ribesii, 143.
Puccinia glumarum, 13, 25, 26, 41, 42, 44, graminis, 19, 23, 26, 32, 41, 42, 54, 212, 321, 322, simplex, 323, triticina, 322.
Pyrausta nubilalis, 293.
Pyrethrum, 150, carneum, 142, 153, cinerariaefolium, 150, 153, roseum 150, 153.
Pyrus communis, 18, ussuriensis, 18.

Quassia amara, 154.
Quillaja, 61, 110, saponaria, 61.

Radix Pyrethri, 150.
Rhacodineura antiqua, 290.
Rhizoctonia, 228, 246, solani, 246.
Robinia pseudacacia, 273.
Rubus fructicosus, 286.
Rumex, 298.

Saissetia oleae, 161, 283.
Sannonoidea exitiosa, 242.
Sapindaceae, 177.
Sapindus utilis, 61.
Sarcoptes scabiei, 172.
Schedius kuwanae, 280.
Schistocerca pallens, 291, gregaria 291.
Schizoneura lanigera, 20, 282.
Scilla, см. Urginia.
Sclerotinia cinerea 24, 317, liebertiana 43, 242, trifoliorum 235.
Selenia tetralunaria, 168.
Septogloeum arachidis, 54.
Septoria apii, 213, desnaz 232, lycopersici 320.
Sexuales, 298.
Sexuparae, 298.
Simarubaceae, 154.
Sistena frontalis, 179.
Solanum melongena, 285.
Sphaerotheca humuli (macularis), 17, 19, 29, 73, 76, 120, 259, 320, mors-uvae 79, 89, 123, 291, pannosa, 79, 123.
Spilosoma lubricipeda, 144.
Spongospora subterranea, 31, 228.
Stereum purpureum, 187, 317.
Synchytrium endobioticum, 28, 29, 246, 253, 320, 332.

Tachinidae, 279.
Taenia solium, 324.
Tarichium megaspermum, 289.
Tenuipalpus, 172.
Tephrosia, 156, macropoda, 156, toxicaria, 156, vogeli, 156.
Tetranychus, 62, 172.
Tetrastichus giffardianus, 280.
Thalictrum, 322.
Thecla echion, 285.
Thiobacillus thiooxydans, 252, 254.
Tilletia levis, 219, tritici, 54, 219.
Tineidae, 306.
Tineola biseliella, 205.
Tortrix viridana, 69.
Tradescantia zebrina, 203, 205.
Trialeurodes vapaorriorum, 207, 310.
Tribolium confusum, 204.
Trombidiidae, 172.
Troctes, 203.
Tuberculina persicina, 290.
Turtur chinensls, 274.
Tylenchus dipsaci, 237, tritici 212, 257, 331.
Tyroglyphus farinae, 203.

Uncinula spiralis, 79.
Uredineae, 320.
Urginia maritima, 313.
Urocystis cepulae, 242, tritici 19, 331.
Uromyces betae, 41, pisi 27.
Ustilago avenae, 219, 220, 234, bromivora 286, hordei 219, 234, laevis, 220, 234, nuda, 32, 212, 234, tritici 235.

Venturia inaequalis, 19, 23, 31, 70, 85, 107, 124, 182, 318.
Veratrum album, 143, sabadilla 143, viride, 143.
Verticillium albo-atrum, 43, 51.

Wackenrodera, 76.

Zonocerus elegans, 292.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ РУССКИХ НАЗВАНИЙ

Аглютинины 31.
Азотистое удобрение 42.
Акация белая 273.
Активный иммунитет 22.
Алейродида тепличная 207, 210.
Алейродиды 208.
Алоэ 180.
Алюминий сернокислый 187.
Аммиак 113, 117, 300, 303.
Аммоний сернокислый 192.
Ангидрид серный 76, мышьяковистый 132.
Антинониин 144.
Антисептические средства 241.
Антракноз бобов 212, огурцов 331.
Арбуз, устойчивость сортов 17, 19.
Ароматические масла 301.
Африканская сонная болезнь 321.

Баклажан 285.
Бактерии против насекомых 291, против высших животных 273, клубеньковые 44.
Бактериоз 233.
Барбарис 321.
Барбаско 178.
Барий углекислый 314, хлористый 142, 187.
Белладона 37.
Бензин 267.
Бензол 246.
Бересклет 298, 324.
Биологические меры борьбы 272.
Блошки 179, красноголовые 179, крестоцветные 55, льняные 55.
Блэк-рот 24.
Божьи коровки 198, 278, 283, 286.
Болезни почвы 237, картофеля 119, 179, 224, 273, льна 237, томата 52.
Бордосская смесь 61, 84 90, 95, 123, 124, 164, 178, 184, действие на грибки 97, на растения 102.
Боярышница 316.
Браконилы 280.
Бура 142.
Бургундская смесь 110, 121, с аммиаком 114, влияние на грибки и на растения 112.
Бутиловый спирт 268.

Вакуум 194.
Вакуум-дезинсекция 194, 203.
Василистник 321.
Вератрин 143.
Виннокаменная кислота 27.
Вирусные болезни 8, 319, хризантемы 329.
Витриолин 118.
Вишни 104, Монмаранси 162.
Внутренняя терапия 186.
Волнянки-бабочки 316.
Волчьи ягоды 304.
Восприимчивость растения к повреждениям 40.
Вошь сенная 203.
Вскапывание почвы 255.
Вспахивание почвы 253.
Вши 178.
Выпревание помидоров 326.
Высшие животные против вредителей 274.

Галловая кислота 30.
Гексахлорэтан 207.
Гессенская муха 34, 54.
Гибридизация 17.
Гледичия 273.
Глиста печеночная 324.
Гниль белая турнепса 32, картофельная 50, 112, 228, 234, 332, корневая винограда 46, красная гороха 46. плодовая 30, сахарного тростника 46, сельдерея 213, серая 316.
Головня 5, 10, 54, 213, 214, 232, каменная ячменя 234, костра 286, мокрая 218, 233, овса 219, пшеницы 54, 218, 222,

233, 331, пыльная пшеницы 234, пыльная ячменя 93, 234, стеблевая 20, твердая пшеницы 234, ячменя 212, 221, 262.
Горлинка китайская 275.
Горох 213.
Горячий воздух для семян 233.
Гриб домовой 169.
Грибок картофельный 22, 84, 120, 180.
Грибки 191, мучнисторосяные 320, ржавчинные 320, против грибков 290, против насекомых 287.
Груша 19.
Грызуны, сероуглерод против них 203, бактерии 293.

Деготь древесный 166, каменноугольный 166.
Дезинсекция 194.
Дезинфекция почвы 247, семян 227, 229, 231, физические методы 233, химическая 214, 222.
Дериваты казеина 61.
Деррис 155.
Динитроортокрезол, аммиачная соль 144.
Доза лечебная 262, максимальная переносимая 262.
Долгоносик амбарный 202, ивовый 303, ольховый 303, свекловичный 289, сливовый 145, сосновый 304, рисовый 204, хлопковый американский 131, 141, 300.
Дровосек персиковый 242.
Дымовые лампы и свечи 208.

Евкалипты 273.
Едкая щелочь 177.
Ежевика 286.

Желатин 62, 123. 140.
Желтизна персика 319.
Жидкость калифорнийская 80, Мартини 121.
Жиры растительные и животные 170.
Жук колорадский 6, 11, 12, 6, 128, 134, 204, 301, нарывник 281, точильщик 205, хлебный 254, 286, 290, японский 135, 144, 301.

Засаливание зерна 214.
Затопление почвы 255.
Заяц канадский 276.
Зверобой 286.
Зеленоглазка 42, 43, 53, 55.
Зерновка гороховая 213.
Зимовник 1 3.
Злаки 190, 215, 228, 233.
Златогузка 185, 279.
Зобоватость 31.
Зола 179.

Ибис египетский 275.
Известкование 253.
Известковое молоко 177, 215.
Известь 123, 178, 219, серная 124, 174, 182.
Известково-медная смесь 57.
Изменение срока посева 52.
Ингредиенты 60, 63, 86.
Инсектисиды 57, 123, контактные 145, 176, кишечные 126, 144, отпугивающее действие 178.

Казеин 61, 123, известковый 62, 139.
Казеинат кальция 86.
Каинит 191.
Кактус 285.
Калий марганцовокислый 122, 124, 232 цианистый 188, 244.
Калифорнийская жидкость 80.
Кальций мышьяковисто-и мышьяковислый 130, 134, сернистый 244, 246, полисульфиды кальция 81.
Каолин 149.
Капуста 251.
Капустница 38, 177, 316.
Карболинеум 241.
Картофель культурный 6, 40.
Квассия 154, 180.
Квасцы калиевые 121.
Квилах 140.
Керосин 246.
Кизельгур 149.
Кила капусты 7, 256, 320, турнепса 253.
Кислота дихлоркрезоновая 241, креазоловая 246, пентатионовая 76, серная 191, 233, синильная 11, 194, 199 — действие, на насекомых 196,—на растение 199, соляная 186, тиосерная 254.
Клевер белый 212, болезни 237.
Клещ 37, 172, 203, красный 62, 170, 207 черносмородинный 165, 172.

Климатические факторы и сопротивляемость растений 47.
Клопы 181, 187, 205, 326.
Кобылка сибирская 289.
Коконопряд 144, кедровый 69, колечник американский 133.
Комбинированные инсектисиды и фунгисиды 180.
Комары 135, малярийные 69, 328.
Короед белой акации 188, вяза 188.
Кофе 49.
Кофеин 58.
Крапивная голозка 19.
Кремневой кислоты соли 123.
Кролики, действие на них мышьяка 137, биологический метод 276.
Крысы 8, 137, 267.
Кубе 178.
Куколь 189.
Куркакол 118.
Купорос железный 120, 187, 188, 190, 191, медный 108, 114, 121, 190, 192, 215, 217, 219, с аммиаком 124.
Курчавость листьев персиков 175, сахарной свеклы 53, 329.

Лавры 35.
Ладан 193.
Лазурин 119.
Лемминг 276.
Лен 31, 32, 213, болезни 237.
Лигнин 24.
Листовертка дубовая 229, виноградная 304, 308.
Листоблошка картофельная 180, 307, морковная 56, турнепса 304.
Листогрыз вязовый 50, 51.
Липоидная теория 267.
Лития соли 43.
Ловушки 297, механические 311.
Ложно-проволочники 70.
Лондонский пурпур 128, 139.
Лук дикий 189, красный 313.
Люцерна 281.

Магний сернокислый 110.
Майна индийская 275.
Мак 298, 324.
Масла летучие 36, льняные 62 минеральные 157, нефтяные 158, действие на насекомых 160, на растения 162, растворимые 160.
Медведица осенняя 134.
Медь роданистая 144, углекислая с аммиаком 115, углекислая 119, 216, 219. 221, цианистая 144.
Медно-аммиачные соединения 113.
Медно-аммониевая смесь 113.
Медная паста 118.
Медно-серно-известковая смесь 11.
Медяница 181.
Мел 119.
Меркурофен 229.
Мильдью винограда 11, 26, 90, 122, хмеля 20.
Млечный блеск слив 187, 317.
Мозаичная болезнь 18, 320.
Можевельник американский 323.
Мокрицы 205.
Моль восковая 281, домашняя 205, платяная 177, 306, подсолнечная 35, рябиновая 320.
Монашенка 37, 169, 282.
Мотылек кукурузный 293.
Муравьи 283.
Муха 189, домашняя 160, 205, 303, зеленая 46, капустная 312, морковная 56, оливковая 317, плодовая 37, цеце 324 яровая 36.
Мушка гессенская 35, 54, горчичная 303, грушевая 244, 316, шведская 35, 53, 55.
Мукоед рыжий 203, суринамский 203.
Мыло, 60, 122, 139, зеленое 123, 181, калийные 61, крахмалистые 61, никотиновые 149, рыбные 60, смоляные 60, 171.
Мыльное дерево 61.
Мыши 8, 202, 267, 293, летучие 276, полевые 274.
Мышьяк белый 132, сернистый 65, действие на насекомых 133.
Мышьяковистые соединения 124, 126, 138, 185, действие на растения 138.
Мюскардина зеленая 287.

Наездники 277, 281.
Натрий кремнефтористый 141, мышьяковистокислый 132, сернокислый 263, фтористый 140, хлористый 263.
Насекомые и сорняки 284, насекомые против насекомых 277, насекомые против грибков 285.

Нафталин 206, 242, 246.
Некроз коры 18.
Нематоды 10, 51, 212 236, 241, корневая 245, почвенные 327, пшеничные 331, свекловичная 256, 305.
Непарник 11, 69, 128, 279, 295, 312.
Нефть 123, 157.
Никотин 58, 145, 181, 184, 208, действие на насекомых 146, действие на растения 148.
Никотиновая пыль 148.

Обработка семян, механические методы 210, 221, 222, 228, химические методы 216, горячим воздухом 234, горячею водою 234.
Обработка почвы 235, частичная стерилизация 235, механические методы 254, химические методы 238, неорганические вещества для частичной стерилизации 244.
Овес 233, мелкозернистый 212.
Овисиды 58.
Огневка 205, мельничная 205.
Огурцы 206, дикие 320.
Ожоги растения 78.
Ожог верхушек 180, картофеля 179, персика 141.
Оидиум 71, 78, 125.
Оксидазы 30, 197.
Окуривание 172, 193, 196, 199, 200, 208, действие на растения 199, — на насекомых 197, зерна 2(, 251.
Опрыскивание 59, 8 , 122, 141, 173, 209, 221, повреждения 107, летнее 59, зимнее 5, 9, 174, опасность для людей 183, для животных 186.
Опыливание 67, 118, 141, 149, 191, 216, 219, серой 79.
Орех земляной 54.
Отравление скота и людей 197, 266.
Отравленные приманки 70.
Отпугивающие вещества 58, 178, 180, смола 306.
Отсеивание 211.

Палаточный метод 11.
Парасид 242.
Параформ 226.
Параформальдегид 224.
Парша картофеля 32, 51, 215, 228, 253, 290, лимона 49, яблони 20, 24, 80, 85, 107, 124, 182, 318, порошистая 227.
Парижская зелень 11, 126, 128, 134, 139, 261, 313.
Пасленовые растения 319.
Пассивный иммунитет 22.
Пасты медные 117.
Перекись водорода 233.
Переносчики инфекции, устранение 325, перенос ветром 325, водой 325, насекомыми 328, человеком 330.
Персидский порошок, см. пиретрум 150.
Figure Пероцид 121.
Плазмолиз 191.
Плесень листьев томата 52, огненная 328, персиковая 49, ржи 22, снежная 33.
Плодожорка 48, 124, 127, 182, 185, 276, 282, 310, 317.
Плодосмен 256.
Повилика 7, 212, мелкосемянная 212.
Полисульфиды 7, 9, 52, аммония 89, бария 174, кальция 173.
Полиэдрическая болезнь 294.
Полосчатая болезнь сахарного тростника 329, томата 42, ячменя 212, 229.
Помидор 177.
Порчей морской 313.
Почва 192, вредители 252.
Преципетины 31.
Привлекающие вещества 300.
Приклеивающие вещества 62, 148.
Приманки 137, отравленные 297.
Приманочные посевы 305.
Проволочники 204, 236, 245.
Проникновение инфекции 23.
Прополаскивание зерна 214.
Простейшие 10.
Протиловый спирт 268.
Протравливание сухого зерна 213, 219, 224, 283, формалином 224, полусухое 225.
Птицы 274, насекомоядные 275.
Пурпур лондонский 128, 139.
Пустельга 274.
Пчелы 135.
Пшеница 38, 41, 45, 137, 212, 218, 221, 262, 321, баварская 17.
Пяденица зимняя американская 126, 168, 309, 311, обдирало 311, мартовская 311.
Пятнистая болезнь 213.

Пятнистость листьев свеклы 23, 213, 233, 331.

Рак апельсина 319, картофеля 29, 246, 253, 320, 332, лимона 49.
Распространение полезных грибков и бактерий 295.
Резинол 171.
Репница 316.
Ржавчина бурая пшеницы 3.2, груши 291 желтая 14, 26, 43, 45, карликовая ячменя 323, линейная 27, льна 80, пшеницы 9 20,42, 54, пузырчатая сосны 291, свеклы 2, хлебных злаков 80, 212, черная 19 23, 26, 54, яблони 323.
Ризоктония картофеля 224.
Рожь 213.
Розеточная болезнь 19.
Розмарин 177.
Росяная болезнь томата 52.
Ротенон 156.
Ртуть 219, 263, хлористая 246, цианистая 212.
Ртутные органические соединения 229, 263.
Рысь 276.

Салат 51.
Сапонины 61, 110, 122.
Саранча азиатская 284, 291, 300, пустынная 221.
Саранчевые 135, 136, 255, 281, 291.
Саранчевый грибок 299.
Свекла 298, 337.
Свинец мышьяковокислый 11, 128, мышьяковистый 124, 182, уксуснокислый, хромовокислый 144.
Севооборот 255.
Семена, обезвреживание 211, химическая обработка 216.
Селекция 15.
Селитра 213.
Сельдерей 51.
Септориевая, пятнистая болезнь помидора 320.
Сера 11, 60, 71, 172, 209, 221, 253, действие на грибки 75, на растения 78, зеленая 72, коллоидная 65, кусковая 74.
Серная известь 221, мука 72, печень 87, 119, влияние на грибки и растения 88.
Сернистый газ 209.
Серно-известковая смесь 80, 85, 107, действие на грибки 83, на растения 84.
Серный цвет 72, 79, 221.
Сероводород 76.
Сероуглерод 194, 202, 236, 239, 246, 249.
Сквилл 312.
Слизевики 7, 192
Смазки известковые 175, щелочные 176.
Смеси совместимые 182, несовместимые 182.
Смола 180, 193.
Смородина черная 38.
Сова болотная 275.
Совка озимая 292, огородная 168, подгрызающие 70, хлопковая 275, 305.
Соли сухие 188. щелочных металлов углекислые 123.
Соль медно-аммиачноуглекислая 116.
Солитер свиной 324.
Сопротивляемость растений к грибным заболеваниям 22.
Сорняки 189, 241.
Спирт 58, этиловый 267.
Спорынья 213, 214.
Стерилизация почвы 236, 241, частичная 236.
Стерилизация, влияние на рост растений 247.
Стереотропизм 310.
Сулема 120, 176, 215, 227, 263, 327.
Сульфиды 80.
Сульфостеатит 118.
Суслики 203, 205.
Сурепка 189, 190.
Сульфоэргетан 240.

Табак 177, 233.
Тальк 220.
Таннин 36, 110, 281.
Тараканы черные 135, 140, 143, 205.
Тахина 280.
Тетрахлорэтан 208.
Тефрозия 156.
Тикка 54.
Тилантин 232.
Тисс 35.
Тли 20, 170, 260, 324.
Тля гороховая 154, корневая сахарной свеклы 47, кровяная 37, 123, 166, 170, 181, 187, 282, лимона 194, листовая 123, ореховая 287.

Токсичность и химическое строение 266.
Толуол 246.
Томат 206.
Томасшлак 179.
Тополя американские 273.
Трипс 170.
Триметиламин 300.
Трипанозомы 324.
Турнепс 251.
Тубатоксин 156.

Углеводы 23.
Углекислые соли щелочных металлов 123.
Углерод четыреххлористый 204.
Удобрения 40, азотистое 42, зеленое 253, 290, 326, калийные 41, 42, 43, калийно фосфористые 43, минеральные 43, влияние удобрения 41.
Уксусное дерево 273.
Улитка 323.
Уничтожение растения хозяина 318, промежуточных хозяев 321, дикорастущих растений хозяев 318.
Устойчивость растений, сортов 14, к заражению насекомыми 34.
Устойчивые механические ткани 35.
Устранение переносчиков инфекции 325.
Уховертка европейская 140, 281.

Филоксера 19, 46, 199, 204, 239, 242.
Фитофтора 42.
Фляшерия 292.
Формальдегид 209, 222, 243, 245, 313.
Формалин 209, 215, 220, 224.
Форстит 118.
Фототропизм 308.
Фузариоз 213, 235, капусты 51, ржи 228.
Фузарион 228.
Фузафин 227.
Фумигация 58, 193, 198, 245, почвы 239, 259.
Фунгисиды 48, 71.
Фурфурол 209.

Хальциды 280.
Хемотерапия 187.
Хемотерапевтический показатель 262.
Хемотропизм 300.
Химическое строение и токсичность 266.
Хлопчатник 172, 196, 233, 301.
Хлор 240, 242, 264.
Хлороз 188.
Хлорпикрин 205.
Хлорциан 201.
Хлорнитробензол 242.
Хмель 18, 19, 29, 77, 79, 154, 172, 320.
Хромпик 233.
Хрущ мраморный 242.
Хрущак малый 203, 205.

Цветоед хлопковый 48.
Целлулоза 24.
Центр инфекции 315, уничтожение 316.
Цикадка 53, свекловичная 329.
Циклон 201.
Циангемоглобин 197.
Цинк 43, мышьяковистокислый 133, сернокислый 120, хлористый 120.
Циприн 118.

Чайное дерево 185, 187.
Чашечный метод 10.
Чесотка 172, овечья 172.
Черепашка вредная 255.
Чемерица 143.
Червец апельсиновый 158, 161, 195, 278, калифорнский 37, 278, кофейный 52, 283, красный 198, персиковый 187, черный 283.
Червь коробочный 305, на крыжовнике 143, озимый 308, розовые 235, шелковичные 135, 206.

Швейнфуртская зелень 127, см. Парижская зелень.

Щелочные смазки 176.
Щелочь едкая 176.

Эвкалипт 177.
Эмульсии 123, масляные 123, 181.
Эргетан 240.

Ядовитость и химическое строение 258, определение степени 258.
Ярь—медянка 117.
Ячмень 213, 218, 224, двухрядный 212, кавказский 36.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие редакции 3
Из предисловия автора 4

Глава I. **Введение** 5

Глава II. **Устойчивость растений** 14
Получение устойчивых сортов.—14.—Селекция. — 15. — Гибридизация. — 17.— Использование устойчивых сортов.—18.—Сущность устойчивости растений.— 21.—Сопротивляемость растений к грибным заболеваниям.—22. — Проникновение. — 23. – Инфекция. — 26.—Устойчивость растений к заражению насекомыми. — 34.

Глава III. **Влияние внешних факторов на восприимчивость растения к повреждениям** 40
Факторы питания. — Влияние удобрения. — 41. — Влияние общих условий почвы. — 45.—Климатические факторы. — 47. — Изменение срока посева.—52.

Глава IV. **Фунгисиды и инсектисиды** 57
Опрыскивание.—59.—Ингредиенты способствующие смачиванию.—60. — Действие ингредиентов. — 63. — Опыливание.—67.—Отравленные приманки.—70.

Глава V. **Фунгисиды** 71
Группа серы. — Сера. — 70. — Группа полисульфидов. — Серно-известковая смесь. — 80. — Серная печень. — 87. — Полисульфид аммония. — 89. Соединения меди. Бордосская смесь.— 90. — Бургундская смесь.— 110. — Медно-аммиачные соединения. — 113. — Медный купорос с аммиаком. — Бургундская смесь с аммиаком. — 114. — Углекислая медь с аммиаком. Медь, аммиак.— 115. — Углекислая соль медно-аммиачная. Различные медь содержащие смеси.—116.—Медные пасты и порошки. — 117.—Различные фунгисиды. — 120.

Глава VI. **Кишечные инсектисиды** 126
Мышьяковистые соединения.— Парижская зелень. — 126. — Лондонский пурпур. — Мышьяковокислый свинец.—128. Мышьяковокислый кальций.—130.— Мышьяковистокислый натрий.—132.—Прочие мышьяковистые соединения. — 132. — Действие мышьяка на насекомых.—133.—Действие мышьяка на позвоночных. — 137. — Действие мышьяковистых соединений на растения.—138.— Ингредиенты для мышьяковистых соединений. — 139. Группа фтористых соединений. Фтористый натрий. — 140. Кремнефтористый натрий. — 141.
Хлористый барий. — Бура. — 142. — Чемерица.—Зимовник. — 143. — Прочие кишечные инсектисиды. — 144.

Глава VII. **Контактные инсектисиды** 145
Никотин. — 145. — Пиретрум.—150. — Квассия. — 154. — Группа ядов, употребляемая для отравления рыб. — 155. Тефрозия. — 156. Минеральные масла. — 157. — Древесный и каменноугольный деготь. — 166.—Растительные и животные жиры. — 170. Сернистые соединения. Сера. — 172. — Полисульфиды кальция.—173.— Полисульфид бария. — 174. Защитные смазки.—Известковые смазки. — 175.—Щелочные смазки —176. Едкая щелочь. — Сулема. — Различные контактные инсектисиды. — 177.